



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

**APLIKACE FUZZY LOGIKY PRO HODNOCENÍ KVALITY
ZÁKAZNÍKŮ**

THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC FOR EVALUATION OF QUALITY OF CUSTOMERS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Katarína Nezbedová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav informatiky
Studentka: **Bc. Katarína Nezbedová**
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Informační management
Vedoucí práce: **prof. Ing. Petr Dostál, CSc.**
Akademický rok: 2019/20

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Aplikace fuzzy logiky pro hodnocení kvality zákazníků

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Návrh řešení a přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Diplomová práce se bude zabývat hodnocením kvality zákazníků a vyhodnocením jejich přínosu pro firmu, za využití pokročilých metod umělé inteligence. K řešení bude využito programu MS Excel a programového prostředí MATLAB a jeho Fuzzy Logic Toolboxu.

Základní literární prameny:

DOSTÁL, P. Advanced Decision Making in Business and Public Services. Brno: CERM, 2011. 168 s. ISBN 978-80-7204-747-5.

DOSTÁL, P. Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: CERM, 2012. 718 s. ISBN 978-80-7204-798-7.

HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD. Mastering MATLAB. Pearson Education International Ltd., 2012. 852 s. ISBN 978-0-13-185714-2.

MAŘÍK, V., O. ŠTĚPÁNKOVÁ a J. LAŽANSKÝ. Umělá inteligence. Praha: ACADEMIA, 2013. 2473 s.
ISBN 978-80-200-2276-9.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně dne 29.2.2020

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Táto diplomová práca sa zaoberá hodnotením kvality zákazníkov spoločnosti SAP pomocou teórie fuzzy logiky a jej aplikácie. Jadrom práce je vytvorenie modelov vo vývojovom prostredí MATLAB a Microsoft Excel. Taktiež ich využitie pre vytvorenie a porovnanie hodnotení niekoľkých zákazníkov s odlišnými parametrami. Pomocou výsledkov vie spoločnosť určiť nasledujúci postup pri riešení problémov zákazníka.

Abstract

This master thesis deals with the evaluation of SAP customer quality using fuzzy logic theory and its application. The core of the work is to create models in the MATLAB and Microsoft Excel development environment. Also to use it to create and compare ratings of several customers with different parameters. Using the results, the company can determine the following procedure to solve customer's problems.

Kľúčové slová

fuzzy logika, hodnotenie zákazníkov, SAP, VBA, MATLAB, MS Excel, umelá inteligencia

Key words

fuzzy logic, rating of customers, SAP, VBA, MATLAB, MS Excel, artificial intelligence

Bibliografická citácia

NEZBEDOVÁ, Katarína. *Aplikace fuzzy logiky pro hodnocení kvality zákazníků* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-04-20]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/127688>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Petr Dostál.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že predložená diplomová práca je pôvodná a spracovala som ju samostatne. Prehlasujem, že citácie použitých prameňov sú úplné, že som vo svojej práci neporušila autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o práve autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

V Brne dňa

.....

Bc. Katarína Nezbedová

Pod'akovanie

Rada by som sa poďakovala vedúcemu mojej diplomovej práce prof. Ing. Petrovi Dostálovi, CSc. za odborné vedenie, cenné rady a praktické pripomienky k práci. Odborné vedenie pána profesora skvalitnilo vypracovanie práce a tiež mi dodalo veľa entuziazmu pri hľadaní potrebných zdrojov. Moje poďakovanie patrí aj mojej rodine a priateľom, ktorých psychická podpora mi v kritických momentoch veľmi pomohla.

Obsah

ÚVOD.....	10
CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA.....	11
1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE	12
1.1 FUZZY LOGIKA.....	12
1.2 FÁZY VO FUZZY PROCESÉ.....	12
1.2.1 FUZZIFIKÁCIA	13
1.2.2 FUZZY INFERENCIA	13
1.2.3 DEFUZZIFIKÁCIA.....	14
1.3 FUZZY MNOŽINY	14
1.3.1 FUNKCIA PRÍSLUŠNOSTI	14
1.3.2 VLASTNOSTI	16
1.3.3 OPERÁCIE	18
1.4 VYUŽITIE FUZZY LOGIKY	21
1.5 MATLAB	21
1.5.1 PRACOVNÉ PROSTREDIE.....	21
1.5.2 GUI	23
1.6 MS EXCEL	24
1.7 VBA.....	25
1.8 TVORBA FUZZY MODELOV	26
1.8.1 V PROSTREDÍ MS EXCEL	26
1.8.2 V PROSTREDÍ MATLAB.....	29
2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU	34
2.1 POPIS SPOLOČNOSTI SAP SE	34
2.2 POPIS DCÉRSKEJ SPOLOČNOSTI SAP ČR	35
2.3 PRODUKTY SAP.....	36
2.4 ANALÝZA PRÍNOSU	38
2.5 HODNOTIACE ATRIBÚTY	38
2.5.1 TYP ZÁKAZNÍKA	39
2.5.2 KOMUNIKÁCIA SO ZÁKAZNÍKOM.....	40

2.5.3	SOLVENTNOSŤ	41
2.5.4	ŠPECIFIKÁCIA PROBLÉMU	41
3	NÁVRH RIEŠENIA A PRÍNOS NÁVRHOV RIEŠENIA	43
3.1	FUZZY MODEL V MS EXCEL	43
3.1.1	FORMULÁR	45
3.2	FUZZY MODEL V MATLAB.....	51
3.2.1	ROZDELENIE NA SUBSYSTÉMY	52
3.2.2	UKÁŽKA SUBSYSTÉMU V MATLAB.....	54
3.2.3	TVORBA PRAVIDIEL	57
3.2.4	M SÚBOR	60
3.2.5	FORMULÁR	62
3.3	VYHODNOTENIE JEDNOTLIVÝCH MODELOV	66
3.4	POROVNANIE VÝSLEDKOV	72
3.5	PRÍNOS RIEŠENIA	73
	ZÁVER	75
	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	76
	ZOZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKOV	78
	ZOZNAM POUŽITÝCH TABULIEK	81
	ZOZNAM POUŽITÝCH GRAFOV	82
	ZOZNAM PRÍLOH.....	83

Úvod

V dnešnej dobe, keď je celý svet v pohybe a čas je vzácny, je dôležité robiť tie správne rozhodnutia. Nielen v každodennom živote, ale taktiež v práci, a to pomocou umelej inteligencie. Umelá inteligencia sa stala každodennou súčasťou života dnešného človeka. Pôvodne bola vytvorená na základe inteligencie človeka, ale jej pokrok bol za posledné roky neopísateľný. Pod umelú inteligenciu spadá hneď niekoľko metód. Medzi tieto metódy patria napríklad genetické algoritmy, teória chaosu, neurónové siete a taktiež fuzzy logika. Práve fuzzy logika bola využitá v tejto diplomovej práci.

Pomocou určitých softvérov je možné vytvoriť vlastný fuzzy model. Vytvorením takéhoto modelu je možné riešiť rôzne rozhodovacie problémy, a to aj pre konkrétne spoločnosti. Rozoberaným problémom v tejto práci je hodnotenie kvality zákazníka pomocou fuzzy modelov. V dnešnej dobe nie je dôležitá len kvantita, ale aj kvalita, a to nielen zo strany spoločnosti, ale aj zo strany zákazníka.

Keďže každá spoločnosť je iná, neexistuje obecný model pre určenie kvality zákazníka, ktorý by firme priniesol reálne využiteľné výsledky. Pomocou tejto práce bol pre spoločnosť SAP vytvorený návrh modelu na hodnotenie kvality jej zákazníkov, na základe ktorej vedia postupovať pri riešení ich problémov a vďaka tomu byť efektívnejší.

Ciele práce, metódy a postupy spracovania

Cieľom tejto diplomovej práce je zhodnotenie kvality zákazníkov spoločnosti SAP pomocou aplikácie fuzzy logiky. Spoločnosť SAP je lídrom na trhu podnikového aplikačného softvéru.

Výstupom práce budú dva modely vytvorené pomocou aplikácií MS Excel a MATLAB. Ich funkčnosť by mala byť využiteľná pre ktoréhokoľvek zákazníka spoločnosti.

Pre pochopenie problematiky fuzzy logiky bolo najskôr potrebné získať teoretický základ. Medzi základné poznatky, potrebné k porozumeniu skúmaného problému, patrí teória o umelej inteligencii, oboznámenie so základnými pojmami, ktoré súvisia s fuzzy logikou, ako fázy vo fuzzy procese, fuzzy množiny, funkcie príslušnosti a ich vlastnosti. A taktiež použiteľnosť programu MS Excel s VBA a MATLAB.

Ďalším krokom bolo stručné oboznámenie sa s históriou a fungovaním spoločnosti SAP. Podstatnou časťou bol správny výber hodnotiacich atribútov a ich ohodnotenie. Následne bolo dôležité správne vytvorenie modelov pre hodnotenie. Dôležitosť sa kládla na správne fungovanie formulárov, ale aj, aby boli užívateľsky prívetivé.

Tieto poznatky boli následne využité na vyhodnotenie kvality zákazníkov pre určenie dôležitosti ich problému. Pre vyhodnotenie modelov bolo vybraných niekoľko zákazníkov. Pre vyhodnotenie boli využité oba modely a následne boli porovnané výsledky a zhodnotený prínos riešenia. Zistené výsledky boli graficky a ekonomicky interpretované.

1 Teoretické východiská práce

V tejto časti si zadefinujeme nutné teoretické poznatky, z ktorých budeme vychádzať v praktickej časti. Začneme vymedzením pojmov z oblasti *fuzzy logiky*. Kľúčovým bude zoznámenie sa so súvisiacimi operáciami tejto logiky, na ktorých bude pozostávať táto práca. Poukážeme na ich využitie vo firme, ktoré budeme simulovať pomocou programov MS Excel, MATLAB a jeho dodatku Simulink.

1.1 Fuzzy logika

Slovo „*fuzzy*“, ktoré pochádza z angličtiny, znamená v preklade hmlistý, neostrý, nejasný, neurčitý. Tento preklad fuzzy logiku priamo vystihuje, pretože táto logika určuje neistotu medzi určitými stavmi.

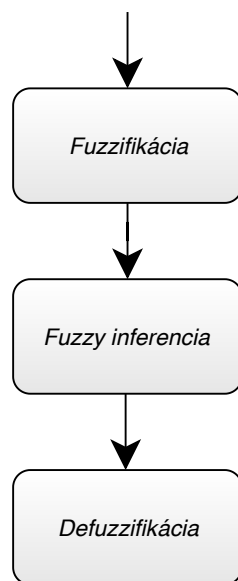
Fuzzy logika je matematická disciplína, ktorej zakladateľom je L.Zadeh. Od klasickej logiky sa odlišuje tým, že určuje *ako veľmi* daný prvok do množiny patrí alebo nepatrí. To znamená, že rozširuje prípustné stavy 0 a 1 o tzv. medzistavy.

V realite sa fuzzy logika využíva pri riešení problémov, kedy sa priamo neuvažuje nad presne nameranými hodnotami. Pre jednoduchšiu predstavu sa pracuje s hodnotami ako sú napríklad vyššie, nižšie, rýchlejšie, pomalšie a podobne. Fuzzy logika je využiteľná pre firemné rozhodovania [1, 2].

1.2 Fázy vo fuzzy procese

Proces vytvárania systému, ktorý využíva fuzzy logiku, obsahuje tri fázy. Tieto fázy sú zobrazené na obrázku 1. Sú to:

- fuzzifikácia (transformácia reálnych premenných),
- fuzzy inferencia (pravidlá, jazykové premenné),
- defuzzifikácia (transformácia jazykových premenných) [3, 4].



Obrázok 1: Fázy fuzzy procesu
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 3)

1.2.1 Fuzzifikácia

Prvou fázou vo fuzzy logike je fuzzifikácia. V tejto fáze sa jednotlivé reálne premenné premieňajú na jazykové premenné. Príkladom môže byť rýchlosť, kde atribúty by boli: veľmi pomaly, pomaly, stredne rýchlo, rýchlo, veľmi rýchlo.

U základných premenných sa väčšinou využíva tri až sedem atribútov. Ďalším krokom je určenie stupňa členstva atribútu v množine za pomoci členskej funkcie [1, 5].

1.2.2 Fuzzy inferencia

Ďalšou fázou je fuzzy inferencia. V tejto fáze sa definuje chovanie systému pomocou pravidiel <IF> a <THEN>. Pomocou algoritmov sú vytvorené podmienkové vety vyhodnocujúce stav danej premennej. Kombinácie atribútov vstupujúcich do systémov a vyskytujúcich sa v podmienkovej vete tvoria pravidlo. Výstupom každého pravidla je váha, tzv. stupeň podpory.

Na základe správneho určenia významu definovaných pravidiel závisí výsledok fuzzy systému. V prípade potreby alebo počas optimalizácie je možné váhu významnosti meniť. Konečným výsledkom fuzzy inferencie je jazyková premenná [1].

1.2.3 Defuzzifikácia

Poslednou fázou je defuzzifikácia, ktorá je opakom fuzzifikácie. V tejto fáze sa premieňajú výsledky fuzzy inferencie naspäť na reálne hodnoty. Fuzzy hodnota výstupnej premennej sa prevádza tak, aby slovne čo najlepšie vystihla výsledok fuzzy výpočtu [1].

1.3 Fuzzy množiny

Množina je súbor prvkov, ktoré do nej patria alebo nepatria, naberajú hodnoty 0 alebo 1. Vo fuzzy logike je takýto typ klasickej množiny označovaný ako ostrá množina. Fuzzy množiny, na rozdiel od klasickej množiny, označujú ako veľmi daný prvok do množiny patrí alebo nepatrí.

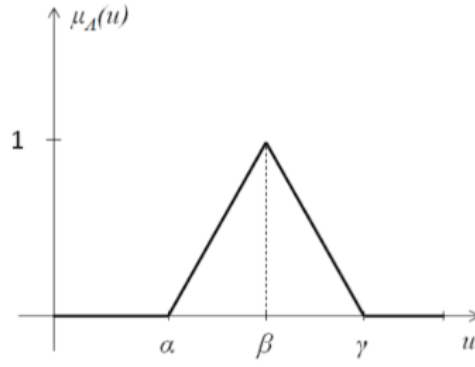
Prvky nadobúdajú hodnoty od 0 do 1. Patričnosť do množiny sa určuje na základe toho, ku ktorej hodnote sa prvok blíži, pričom 0 znamená úplné nečlenstvo a 1 úplné členstvo. Hodnoty medzi 0 a 1 sú označované ako čiastočné členstvo [1. 3].

1.3.1 Funkcia príslušnosti

Funkcia príslušnosti μ , inak nazývaná membership function, určuje stupeň členstva prvku v množine. V klasickej logike, kde by sme využili prvok x , by funkcia príslušnosti mala tvar $\mu(x) = 1$, vo fuzzy logike by mala tvar $\mu(x) = < 0,1 >$.

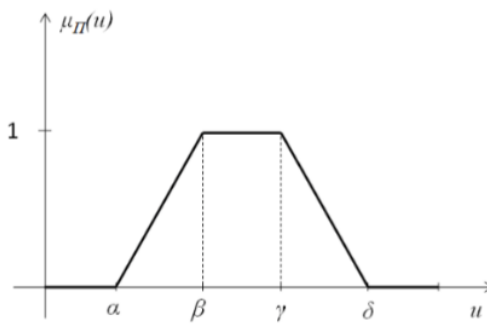
Existuje veľké množstvo tvarov funkcií príslušnosti. V praxi si našli najväčšie uplatnenie tzv. štandardné funkcie. Medzi tieto, v tvare lomených priamok, patria typy Λ , Π , L (Z), Γ (S). Ich tvar môžeme vidieť na obrázkoch 2, 3, 4 a 5, aj s ich príslušnými rovnicami [2, 6].

$$\Lambda(u, \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (u - \alpha) / (\beta - \alpha) & \alpha \leq u \leq \beta \\ (\gamma - u) / (\gamma - \beta) & \beta \leq u \leq \gamma \\ 0 & u > \gamma \end{cases}$$



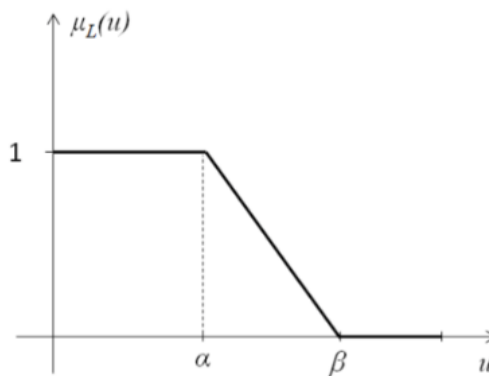
Obrázok 2: Funkcia Λ
(Zdroj: 6)

$$\Pi(u, \alpha, \beta, \gamma, \delta) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (u - \alpha)/(\beta - \alpha) & \alpha \leq u \leq \beta \\ 1 & \beta \leq u \leq \gamma \\ (\delta - u)/(\gamma - \delta) & \gamma \leq u \leq \delta \\ 0 & u > \delta \end{cases}$$



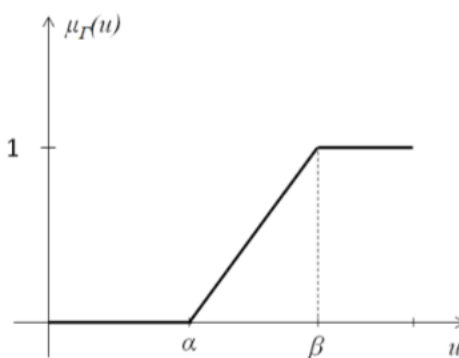
Obrázok 3: Funkcia Π
(Zdroj: 6)

$$L(u, \alpha, \beta) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (\beta - u)/(\beta - \alpha) & \alpha \leq u \leq \beta \\ 1 & u > \beta \end{cases}$$



Obrázok 4: Funkcia L (Z)
(Zdroj: 6)

$$\Gamma(u, \alpha, \beta) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (u - \alpha) / (\beta - \alpha) & \alpha \leq u \leq \beta \\ 1 & u > \beta \end{cases}$$



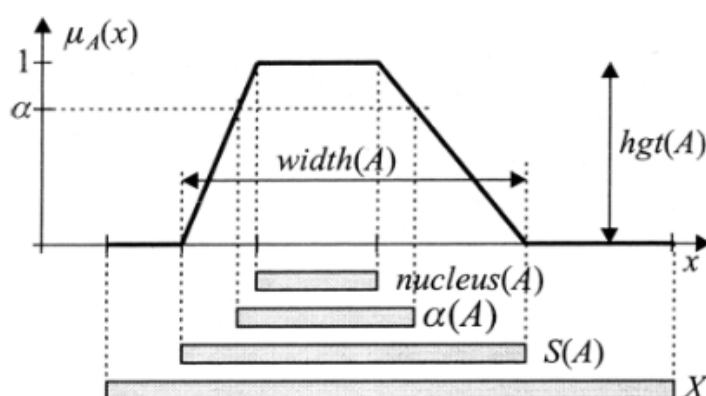
Obrázok 5: Funkcia Γ (S)
(Zdroj: 6)

1.3.2 Vlastnosti

Fuzzy množiny sa rozlišujú na základe ich vlastností. Tieto vlastnosti sú určené nameranými hodnotami. Medzi merateľné hodnoty patrí výška, šírka, jadro, rez, nosič a univerzum. Vlastnosti sú zobrazené na obrázku 6, kde:

- $hgt(A)$ je výška fuzzy množiny A – je definovaná $hgt(A) = [\sup(\mu_A(x)), x \in X]$, ak je výsledná hodnota 1, tak je množina normálna, ak nie, tak je subnormálna,

- $\text{width}(A)$ je šírka – je definovaná $\text{width}(A) = \sup(S(A)) - \inf(S(A))$, ak je nosič fuzzy množiny ohraničený, čiže má maximum a minimum, tak je šírka množiny definovaná rozdielom tohto maxima a minima,
- $\text{nucleus}(A)$ je jadro – je definovaný $\text{Nukleus}(A) = [x \in X / \mu_A(x) = 1]$. Jadro predstavuje ostrú množinu, kde všetky jej prvky majú funkciu príslušnosti rovnú jednej. Ak v množine existuje iba jeden bod, ktorého funkcia príslušnosti je rovná jednej, tak sa jedná o špičkovú hodnotu (peak value),
- $\alpha(A)$ je rez – je definovaný $\alpha(A) = [x \in X / \mu_A(x) \geq \alpha]$, α je ostrá množina, v intervale $[0,1]$,
- $S(A)$ je nosič – je definovaná $S(A) = [x / \mu_A(x) > 0]$, je to ostrá množina všetkých prvkov univerza X s kladnou funkciou príslušnosti,
- X je univerzum – je definované ako množina všetkých prvkov s kladnou alebo zápornou funkciou príslušnosti, táto funkcia definuje fuzzy množinu [4, 6].

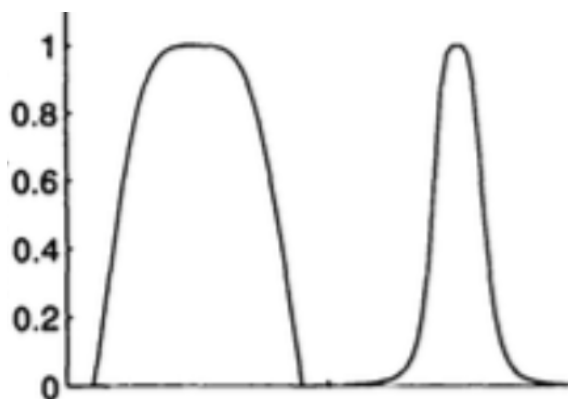


Obrázok 6: Vlastnosti fuzzy množiny
(Zdroj: 6)

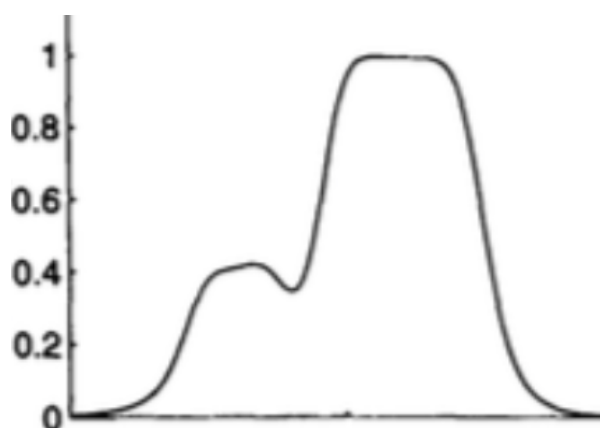
Pomocou týchto hodnôt vieme určiť, či je fuzzy množina konvexná alebo nekonvexná a či je normálna alebo subnormálna:

- konvexnosť a nekonvexnosť – aby bola funkcia konvexná musí splniť nutnú podmienku, ktorá hovorí, že univerzum musí byť podmnožinou reálnych čísel. Fuzzy množina A v univerze X je konvexná, keď $x, y \in U$

a ľubovoľné $0 \leq \lambda \leq 1$, platí $A(\lambda x + (1 - \lambda)y) \geq A(x) \wedge A(y)$,
v opačnom prípade je fuzzy množina nekonvexná, vid'. obrázok 7 a 8 [6],



Obrázok 7: Konvexné množiny
(Zdroj: 7)



Obrázok 8: Nekonvexná množina
(Zdroj: 7)

- normálnosť a subnormálnosť – fuzzy množina je normálna, pokiaľ je výška množiny rovná jednej, v opačnom prípade je subnormálna [6].

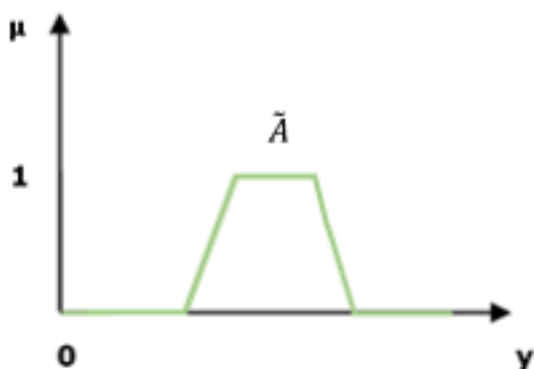
1.3.3 Operácie

Fuzzy množiny využívajú operácie podobne ako klasické množiny a zároveň sú rozšírené aj o ďalšie operácie. Medzi tieto operácie patrí napríklad sčítanie, odčítanie, násobenie, delenie, zjednotenie, prienik a doplnok:

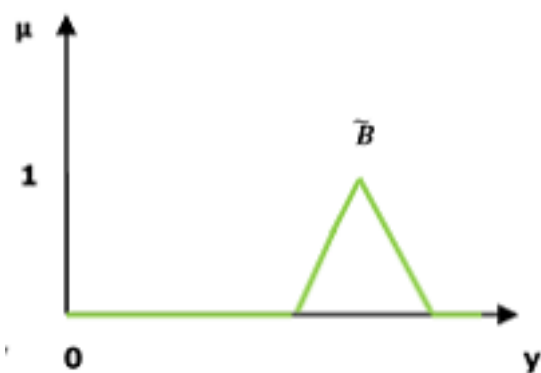
- sčítanie: $[a, b] + [c, d] = [a + c, b + d]$,
- odčítanie: $[a, b] - [c, d] = [a - d, b - c]$,
- násobenie: $[a, b] \cdot [c, d] = [\min(ac, ad, bc, bd), \max(ac, ad, bc, bd)]$,

- delenie:
 $[a, b]/[c, d] = [\min(a/c, a/d, b/c, b/d), \max(a/c, a/d, b/c, b/d)],$
- zjednotenie: $\mu_{(\tilde{A} \vee \tilde{B})} = \text{MAX}(\mu_{\tilde{A}}, \mu_{\tilde{B}})$, logický operátor *OR*,
- prienik: $\mu_{(\tilde{A} \wedge \tilde{B})} = \text{MIN}(\mu_{\tilde{A}}, \mu_{\tilde{B}})$, logický operátor *AND*,
- doplnok: $\mu_{(-\tilde{A})} = 1 - \mu_{(\tilde{A})}$, logický operátor *NOT* [1, 4].

Pre lepšiu predstavu si ukážeme niektoré operácie graficky. Na obrázku 9 máme množinu \tilde{A} a na obrázku 10 množinu \tilde{B} .

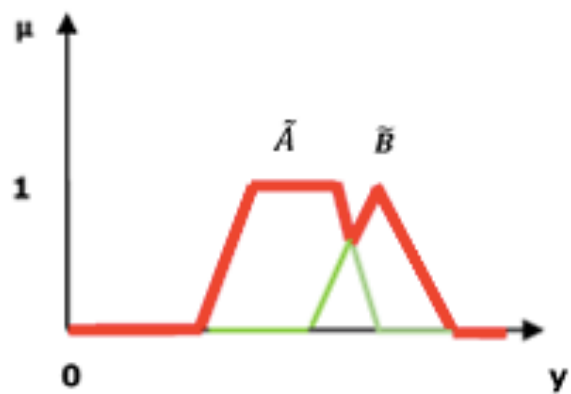


Obrázok 9: Množina \tilde{A}
(Zdroj: 8)

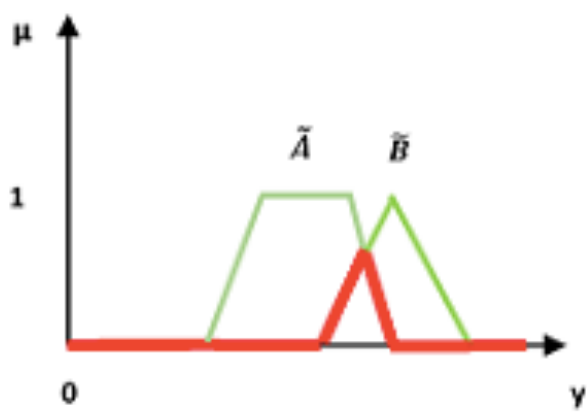


Obrázok 10: Množina \tilde{B}
(Zdroj: 8)

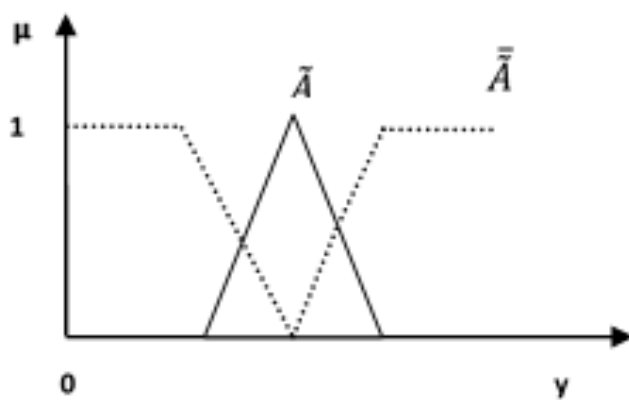
Následne na obrázku 11 je zobrazené zjednotenie, na obrázku 12 je prienik a na obrázku 13 je doplnok.



Obrázok 11: Zjednotenie \tilde{A} a \tilde{B}
(Zdroj: 8)



Obrázok 12: Prienik \tilde{A} a \tilde{B}
(Zdroj: 8)



Obrázok 13: Doplnok \tilde{A}
(Zdroj: 8)

1.4 Využitie fuzzy logiky

Využitie fuzzy logiky má široké spektrum. Dá sa využiť v rôznych odvetviach od prvotných aplikácií v regulačnej technike, cez ekonomiku, finančníctvo, dopravu, stavebníctvo, lekárstvo až po kultúru a v mnoho ďalších odvetviach.

Medzi konkrétne prípady, kedy sa využíva fuzzy logika patrí napríklad výber nehnuteľnosti, kde na základe vstupných parametrov, ktorými môžu byť cena, lokalita, typ nehnuteľnosti, počet miestností a podobne, a na základe našich kritérií, vyberieme takú, ktorá by priniesla najväčší úžitok. Ďalej sa fuzzy logika môže využívať v cestovných kanceláriách, ktoré pomocou nej vyberú pre zákazníka najvhodnejšiu dovolenku, alebo pri výbere auta, počítača, zamestnanca, dodávateľa, zákazníka, atď. Na základe systému fuzzy logiky je možné hodnotiť takmer každý systém, ktorý obsahuje vstupy a výstupy [4].

1.5 MATLAB

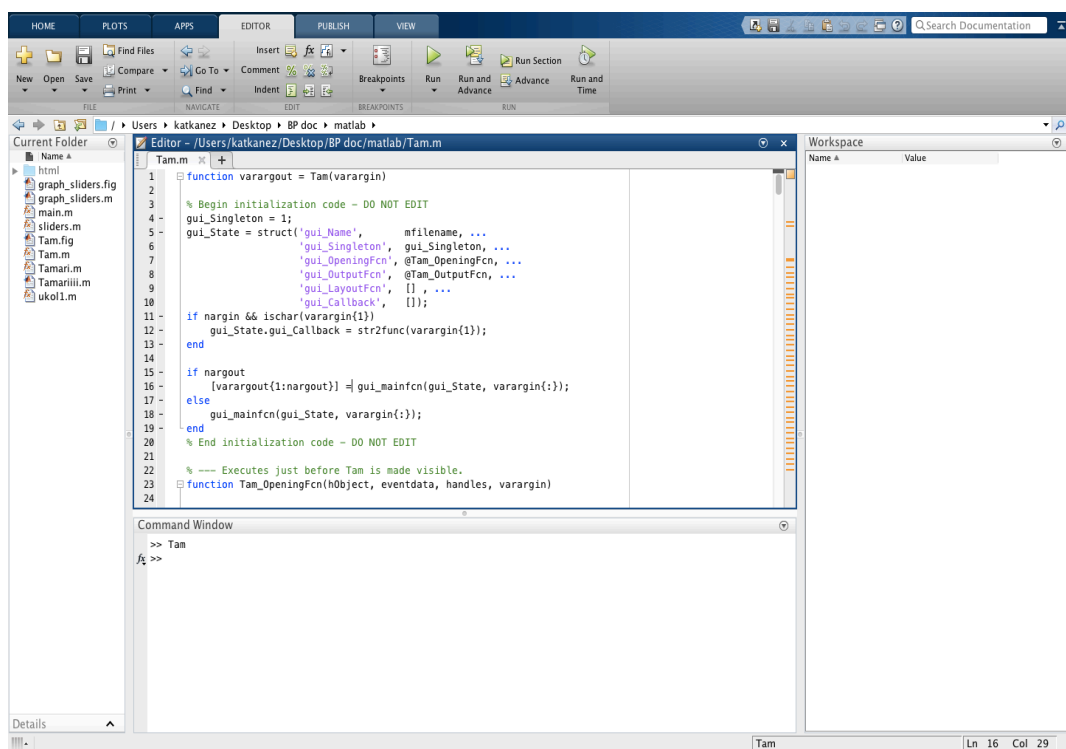
Program MATLAB je nástroj využívaný pre riešenie mnohých matematických problémov, medzi ktoré patrí dátová analýza, optimalizačné problémy a podobne. Využíva matice, polia a operácie s nimi, ktoré nám umožňujú manipuláciu so súbormi údajov rôznymi spôsobmi. Taktiež ponúka grafické užívateľské rozhranie [9].

1.5.1 Pracovné prostredie

Pracovné prostredie MATLABu, ktorého rozloženie si užívateľ môže prispôbiť na základe svojich preferencií, sa skladá z niekoľkých okien:

- príkazové okno (command window) – zadá príkazy na spracovanie,
- história príkazov (command history) – uchováva históriu predchádzajúcich príkazov zadaných v príkazovom okne,
- aktuálny priečinok (current folder) – grafické užívateľské rozhranie pre manipuláciu s adresármi a súbormi,
- pracovná plocha (workspace) – grafické užívateľské rozhranie pre prezeranie, editovanie, načítanie a ukladanie premenných,

- pomocník (help) – grafické užívateľské rozhranie pre vyhľadávanie a prehliadanie online dokumentácie,
- profiler – nástroj na optimalizáciu výkonu M-súborov,
- výmena súborov (file exchange) – grafické užívateľské rozhranie slúžiace na výmenu súborov,
- editor – textový editor pre vytváranie, úpravu a odstraňovanie chýb v M-súboroch,
- schémy (figures) – vytvára, zobrazuje a upravuje grafy a ďalšie schémy,
- webový prehliadač (web browser) – prehliadač HTML,
- editor premenných (variable editor) – nástroj na prezeranie a úpravu polí vo formáte tabuľky,
- porovnávací nástroj (comparison tool) – grafické užívateľské rozhranie na porovnávanie textových súborov po riadku.



Obrázok 14: MATLAB R2020a
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 10)

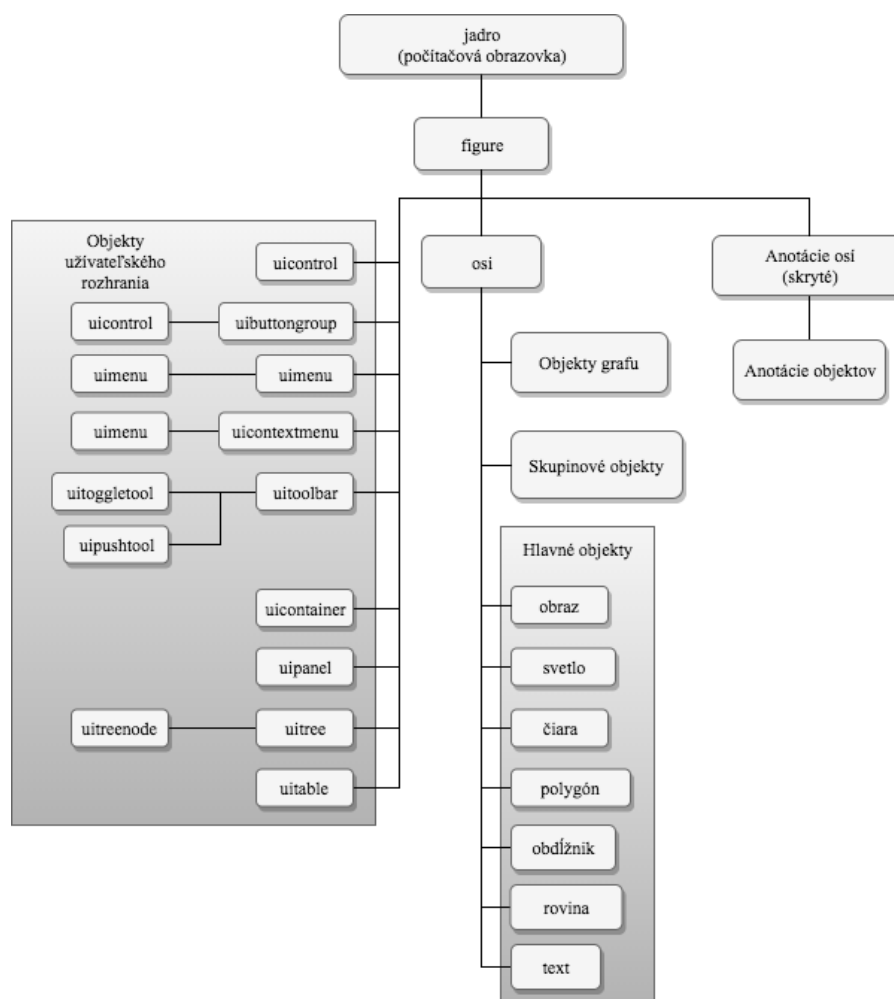
Na obrázku 6 môžeme vidieť príklad pracovného prostredia, konkrétne pre verziu 2020a pre operačný systém macOS. Užívateľ môže okná pracovného prostredia rozmiestniť na základe svojich potrieb, prípadne ich odstrániť alebo pridať [9].

1.5.2 GUI

GUI je skratka pre graphical user interface, inak povedané grafické užívateľské rozhranie. Je to zbierka grafických prvkov, ktoré špecifikujú ako sa majú grafické krivky správať a sú zobrazené v MATLABe. Tieto špecifiká sú následne uložené v dvoch súboroch. Jeden zo súborov, označený koncovkou `.m`, tzv. m-file, obsahuje zdrojový kód. Druhý súbor, ktorý obsahuje schému grafických zložiek prepojených so zdrojovým kódom, označený koncovkou `.fig`, tzv. figure.

Každý komponent MATLAB grafiky sa nazýva objekt. Objekt je definovaný ako úzko súvisiaca kolekcia dát a funkcií, ktoré tvoria jedinečný celok. Každý objekt má jedinečný identifikátor, ktorý sa nazýva handle, a vlastnosti, ktoré môžu byť upravené podľa potreby. Objekty sú usporiadané v hierarchii od nadradených objektov a pridružených podriadených objektov, ako je znázornené na obrázku 7.

Vždy, keď je vytvorený nový objekt, MATLAB preň automaticky vytvorí handle, ktorý je číslom s dvojitou presnosťou. Číslo s dvojitou presnosťou je typ čísla s pohyblivou rádovou čiarkou, má väčšiu presnosť, používa dvakrát toľko bitov ako jednoduché číslo s pohyblivou čiarkou. Napríklad, keď číslo s jednoduchou presnosťou vyžaduje 32 bitov, tak jeho dvojitá presnosť bude mať 64 bitov [9].



Obrázok 15: Hierarchia objektov
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 9)

Všetky objekty majú súbor vlastností, ktoré ich charakterizujú. Medzi tieto vlastnosti patrí pozícia objektu, farba, typ, nadradený objekt, podradený objekt a pod. Tieto vlastnosti sa dajú zobrazit' pomocou dialógového okna, ktoré zahŕňa názov vlastnosti a jej typ hodnoty [9].

1.6 MS Excel

MS Excel je jedna z najznámejších tabuľkových aplikácií od spoločnosti Microsoft. Hlavnou úlohou tejto aplikácie je spracovanie číselných a textových dát v podobe tabuliek s cieľom prehľadnej orientácie.

Dáta a tabuľky vedia navzájom spolupracovať na základe využitia vstavaných funkcií. Taktiež je možné pomocou týchto funkcií a ďalších nástrojov, vytvárať rôzne

analýzy dát. Medzi najvyužívanejšie funkcie v podnikových sférach je tvorenie kontingenčných tabuliek, grafov, atď. [11].



Obrázok 16: Logo MS Excel
(Zdroj: 11)

1.7 VBA

Súčasťou prostredia MS Excel je aj Visual Basic for Applications, známe pod skratkou VBA. Je taktiež súčasťou ďalších aplikácií z balíčka Microsoft Office, ktoré vyvinula spoločnosť Microsoft. Predstavuje programovací jazyk, ktorý je využívaný pre tvorbu algoritmov na automatizáciu práce [12].



Obrázok 17: Logo VBA
(Zdroj: 13)

Pomocou VBA je možné automatizovať formátovanie tabuliek a buniek, tvorbu faktúr a objednávok, používanie vzorcov a výpočtov, analýzu dát, tvorbu výstupov, tvorbu formulárov, tvorbu rozpočtov, tvorbu databáz a ďalšie praktické veci. Vie skrátiť úkony, ktoré bežne trvajú dni, týždne alebo mesiace, na niekoľko minút alebo sekúnd.

Ako každý programovací jazyk aj VBA má svoje výhody a nevýhody. Medzi výhody spadá urýchlenie práce a šetrenie času, jednoduchosť ovládania hotových algoritmov bez potrebnej znalosti programovacieho jazyka VBA, rozšírenie možnosti nástroja Excel o ďalšie funkcie, ktoré bežne vykonať nedokáže a nakoniec možnosť vykonávania úkonov pomocou VBA bez potrebnej prítomnosti užívateľa.

Medzi najzásadnejšie nevýhody patrí kompatibilita. Niektoré staršie verzie programu VBA nedokážu spustiť algoritmy, ktoré boli vytvorené v novšej verzii. Taktiež

môže byť problém v operačnom systéme, napr. v najnovšej verzii (2019) nie je možnosť pridania VBA pre operačný systém MAC OS [12, 14].

1.8 Tvorba fuzzy modelov

Fuzzy modely je možné vytvoriť v mnohých programoch. V tejto diplomovej práci budú zostrojené dva totožné modely z dôvodu ich porovnania na základe výstupov. Medzi vybrané programy patrí MS Excel a MATLAB, ktoré budú opísané v nasledujúcich podkapitolách.

1.8.1 V prostredí MS Excel

V prípade vytvorenia fuzzy modelu v programe MS Excel budeme musieť vytvoriť tri tabuľky. Sú to tabuľky pre transformačnú, stavovú a retransformačnú maticu.

Nasledujúci príklad bude obsahovať všetky tri tabuľky a príklad vyhodnotenia z nich. V tomto príklade sa budeme venovať vyhodnoteniu rizika, na základe ktorého sa rozhodne, či by sa mala investícia realizovať alebo nie. Medzi jednotlivé riziká patria politické (Po), finančné (Fi), surovinové (Su), predajné (Pr), ekologické (Ek).

Ako prvá bude vytvorená transformačná matica, ktorú môžeme vidieť v tabuľke 1. Riziká budú vyjadrené číselne a rozdelené do nasledujúcich stupňov: veľmi vysoké riziko (VVR), vysoké riziko (VR), stredné riziko (SR), nízke riziko (NR). Veľkosť bodového ohodnotenia medzi stupňom rizika a daným rizikom je posúdené daným expertom, ktorý sa problematike venuje a má ju na starosť [3].

Tabuľka 1: Transformačná matica (Zdroj: 3)

	Po	Fi	Su	Pr	Ek	
VVR	120	100	80	40	20	
VR	90	75	60	30	15	
SR	60	50	40	20	10	
NR	30	25	20	10	5	
Max	120	100	80	40	20	$\Sigma = 360$
Min	30	25	20	10	5	$\Sigma = 90$

Ďalším krokom je zostavenie stavovej matice, ktorá je v tabuľke 2. Stavová matica poukazuje na dopad konkrétneho rizika pri konkrétnej investícii. V tomto prípade je taktiež jej vyplnenie ovplyvnené zodpovednou osobu.

Tabuľka 2: Stavová matica (Zdroj: 3)

	Po	Fi	Su	Pr	Ek
VVR	Nie	Áno	Nie	Nie	Nie
VR	Áno	Nie	Áno	Nie	Nie
SR	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
NR	Nie	Nie	Nie	Áno	Áno

Z dôvodu možnosti práce so stavovou maticou v programe MS Excel je potrebné túto tabuľku prepísať a to tak, že Nie = 0 a Áno = 1, viz. tabuľka 3.

Tabuľka 3: Prepísaná stavová matica (Zdroj: 3)

	Po	Fi	Su	Pr	Ek
VVR	0	1	0	0	0
VR	1	0	1	0	0
SR	0	0	0	0	0
NR	0	0	0	1	1

Nasleduje krok, v ktorom sa spraví skalárny súčin stavovej a transformačnej matice. Výsledné riziko chceme mať určené v percentách, čo znamená, že musíme od výsledku skalárneho súčinu odčítať sumu minimálnych hodnôt, túto hodnotu vydeliť rozdielom maximálnej a minimálnej sumy a nakoniec vynásobiť číslom 100 pre získanie percentuálnej podoby. Daný výsledok nám vyjadruje mieru celkového rizika pre danú investíciu. Následne sa zostaví retransformačná matica, ktorej účelom je prevedenie celkového výsledného rizika na lingvistickú hodnotu. Túto retransformačnú maticu môžeme vidieť v tabuľke 4, alebo inú podobu v tabuľke 5, ktorá vyjadruje informáciu, či by sa malo investovať alebo nie [3].

Tabuľka 4: Retransformačná matica 1 (Zdroj: 3)

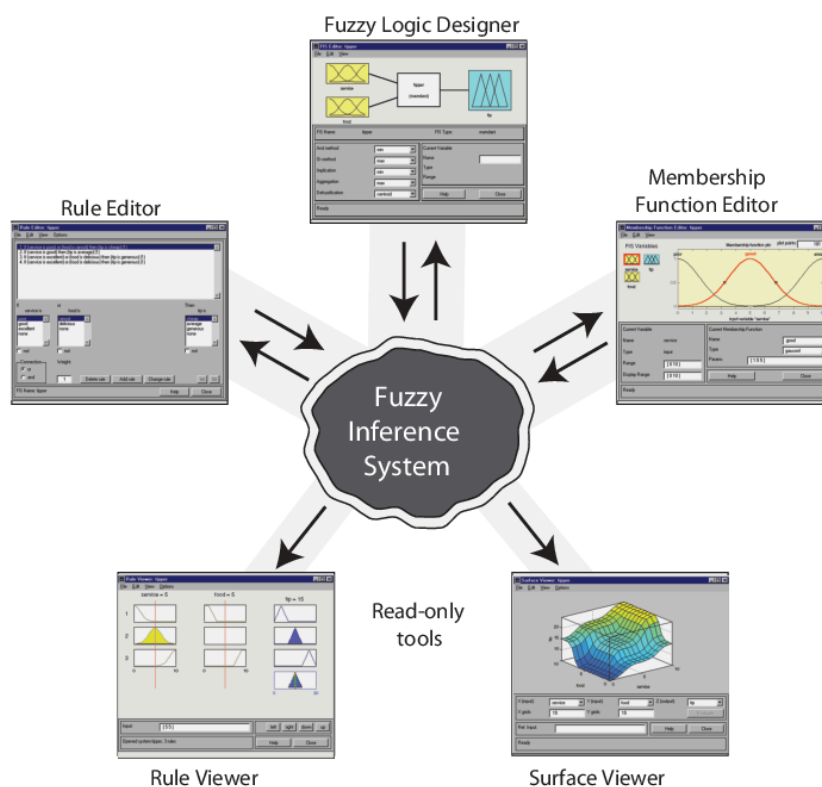
Miera celkového rizika	VVR	VR	SR	NR	VNR
Riziko [%]	$R \geq 70$	$70 > R \geq 50$	$50 > R \geq 30$	$30 > R \geq 20$	$20 > R$

Tabuľka 5: Retransformačná matica 2 (Zdroj: 3)

Investícia	Áno	Nie
Riziko [%]	$R \leq 30$	$R > 30$

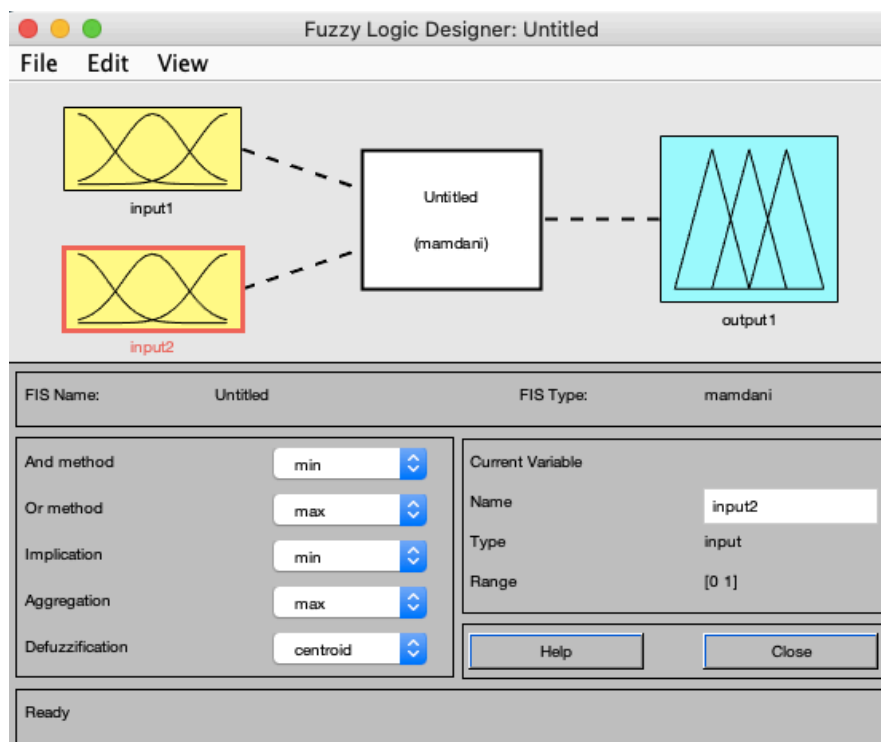
1.8.2 V prostredí MATLAB

Prvým krokom, pre vytvorenie fuzzy modelu v programe MATLAB, je zadanie príkazu *fuzzy*, pomocou ktorého vyvoláme Fuzzy Logic Toolbox. Nastavíme typ modelu na *Mamdani* alebo *Sugeno* na základe množstva našich vstupných a výstupných premenných. V prípade, že by sme potrebovali pridať ďalšie premenné, budeme postupovať nasledovne: Menu → Edit → Add Variable → Input/Output. Ďalej sa u každej premennej nastavuje počet a typ členských funkcií.



Obrázok 18: Fuzzy systém v MATLAB
(Zdroj: 10)

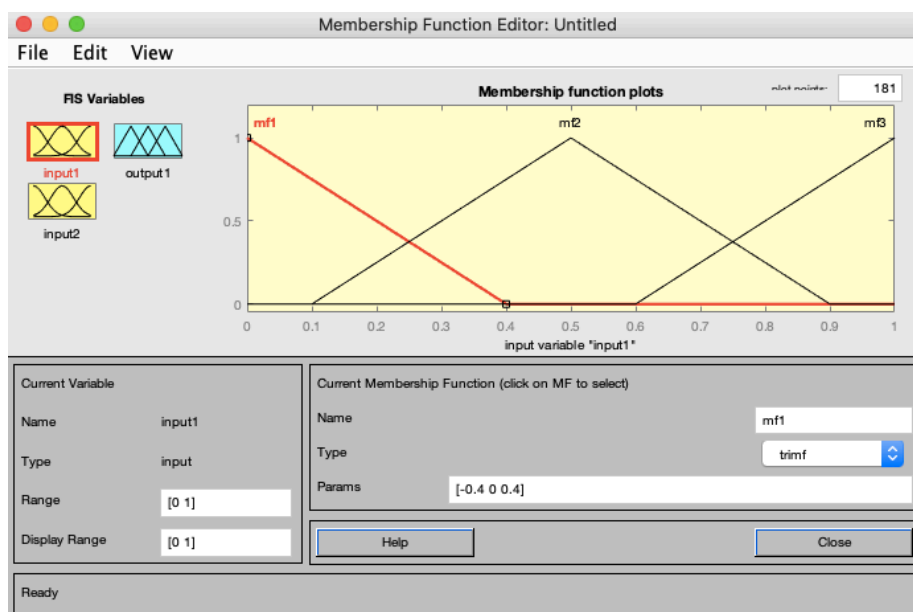
Fuzzy Logic Toolbox obsahuje niekoľko editorov, ktoré sú navzájom prepojené a interaktívne. Pre pridanie vstupných a výstupných premenných sa využíva *FIS Editor* (Fuzzy Inference System), zobrazujúci informácie o fuzzy inferencii systému. Ukážka FIS Editoru je na obrázku 19 [1].



Obrázok 19: FIS Editor

(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

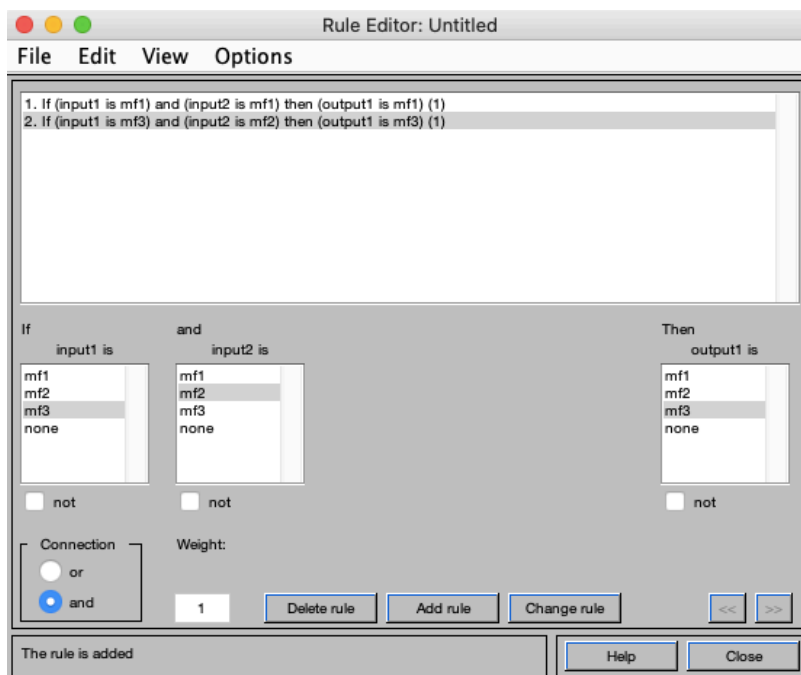
Ďalším editorom je *MF Editor* (Membership Function), ktorý je zobrazený na obrázku 20. Pomocou tohto editoru je možné zobrazenie a úprava členských funkcií, spojených so vstupmi a výstupmi.



Obrázok 20: MF Editor

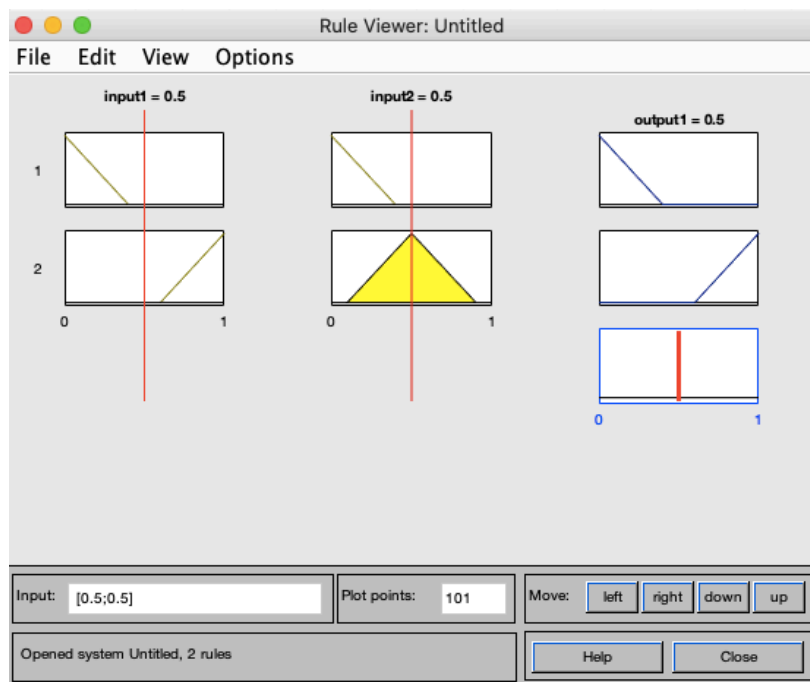
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Nasledujúcim krokom je vytvorenie pravidiel. Pre tento účel sa využíva *Rule Editor*. Spustíme ho nasledovne: Menu → Edit → Rules a môžeme ho vidieť na obrázku 21. V prípade, že by sme si chceli pozrieť už vytvorené pravidlá, zvolíme cestu Menu → View → Rules. Pravidlá môžeme upravovať tromi spôsobmi: plná anglická syntax, stručný symbolický zápis alebo indexová notácia.



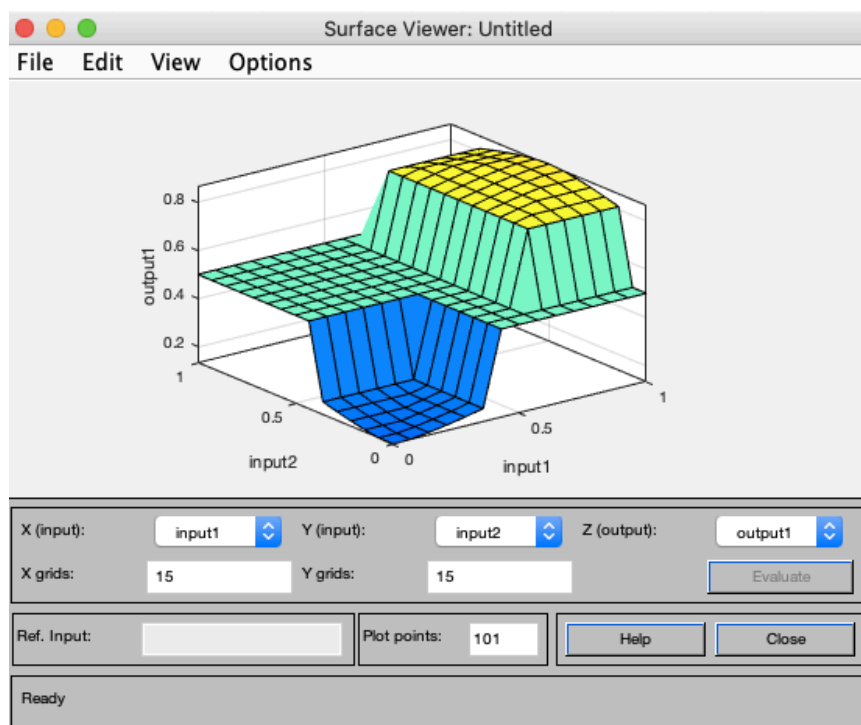
Obrázok 21: Rule Editor
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Ďalej môžeme na obrázku 22 vidieť *Rule Viewer*. Umožňuje nám detailný pohľad na chovanie fuzzy inferencie systému a to nám pomáha diagnostikovať chovanie špecifických pravidiel a sledovanie zmeny výstupov.



Obrázok 22: Rule Viewer
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Nakoniec tu máme *Surface Viewer*, ktorý, na základe vytvorených pravidiel, vytvorí trojrozmerný model. Tento model zobrazuje jednotlivé závislosti premenných na základe daných pravidiel. Zobrazíme ho cestou Menu → View → Surface.



Obrázok 23: Surface Viewer
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Pre správne uloženie modelu je potrebné ísť cestou Menu → File → Export → To Disc, na základe ktorej dostaneme súbor s koncovkou *.fis. K tomu je potrebné vytvoriť súbor s koncovkou *.m, ktorý sa nazýva m-file. Sú v ňom uložené príkazy pre vyvolanie *.fis súboru. M-file vytvoríme cestou Menu → File → New → M-file. Po jeho spustení zadáme hodnoty vstupných premenných, automaticky sa spravia potrebné výpočty a následne dostaneme výsledok v jazykovej aj grafickej podobe [1].

2 Analýza súčasného stavu

V tejto kapitole si priblížime teoretický základ súčasnej situácie analyzovaného problému. Popíšeme základné údaje o spoločnosti, na ktorú je diplomová práca zameraná, a taktiež si priblížime jej dcérsku spoločnosť, ktorá sa nachádza v Českej republike.

Ďalej si priblížime súčasnú situáciu a opíšeme hodnotiace atribúty, na základe ktorých bude tvorený model. Jednotlivé atribúty predstavujú vstupy do modelov, z ktorých získame hodnotenie zákazníka. Každý z atribútov obsahuje niekoľko možností, pre ktoré si určíme bodové ohodnotenie.

2.1 Popis spoločnosti SAP SE



Obrázok 24: SAP Logo
(Zdroj 15)

V roku 1972 malo päť podnikateľov v Nemecku (Dietmar Hopp, Hasso Plattner, Hans-Werner Hector, Klaus Tschira a Claus Wellenreuther) víziu podnikateľského potenciálu technológie. Počnúc jedným zákazníkom a hárskou zamestnancov sa spoločnosť SAP vydala na cestu, ktorá transformovala nielen svet informačných technológií, ale aj navždy zmenila spôsob podnikania spoločností. V súčasnosti má spoločnosť SAP 47 rokov a viac ako 437 000 zákazníkov.

Spoločnosť SAP je lídrom na trhu podnikového aplikačného softvéru a pomáha spoločnostiam všetkých veľkostí a vo všetkých odvetviach fungovať čo najlepšie: 77% svetových výnosov z transakcií mal na starosti systém SAP. Strojové učenie, internet vecí (IoT) a pokročilé analytické technológie pomáhajú podnikateľským zákazníkom zmeniť sa na inteligentné podniky. Komplexný balík aplikácií a služieb umožňuje zákazníkom pracovať so ziskom, nepretržite sa prispôsobovať a meniť. Vďaka globálnej sieti

zákazníkov, partnerov, zamestnancov a lídrov pomáha SAP svetu lepšie fungovať a zlepšuje životy ľudí [15].

2.2 Popis dcérskej spoločnosti SAP ČR

Spoločnosť SAP ČR je dcérska spoločnosť SAP SE. Svoju pražskú pobočku otvorila v roku 1922 a dnes má viac ako 1300 zákazníkov, ktorým pomáha na ceste digitálnej transformácie. SAP ČR zaisťuje obchodné aktivity vrátane poradenstva, implementácie, školenia a podpory zákazníkov. Súčasťou SAP ČR je tiež brnenské vývojové centrum SAP Labs Česká republika, ktoré je od roku 2016 súčasťou celosvetovej siete laboratórií SAP. Zaoberá sa podporou, lokalizáciou a vývojom produktov SAP S/4HANA vrátane SAP Fiori, čo predstavuje nové používateľské prostredie pre software SAP.

Tajomstvom úspechu spoločnosti SAP ČR sú spokojní zamestnanci, ktorým poskytuje nielen moderné pracovné prostredie a technológie, ale tiež sa stará o firemnú kultúru a dbá na zdravú atmosféru vo firme. V Českej republike získala spoločnosť SAP niekoľko ocenení za najlepšieho zamestnávateľa, napr. cenu Aon – Najlepší zamestnávateľ Česká republika 2016, v kategórii veľké spoločnosti, alebo opakovane získané ocenenie v súťaži Českých 100 Najlepších v odborovej kategórii Informačné a komunikačné technológie. SAP ČR podporuje start-upy, spolupracuje s neziskovými organizáciami, univerzitami, obchodnými komorami a vládami aj mimovládami rozvojovými inštitúciami, ale predovšetkým celkovo investuje do inovácií.

Súčasťou spoločnosti SAP na českom trhu sú tiež SAP Services, SAP Ariba a SAP Concur. SAP Services poskytuje podporu pobočkám SAP po celom svete formou zdieľaných podnikových služieb a riadenie procesov v oblastiach ľudských zdrojov, financií, nákupu a marketingu. SAP Ariba ponúka cloudové riešenia pre moderné obchodovanie umožňujúce prepojenie miliónov predávajúcich a kupujúcich v globálnej sieti Ariba Network. SAP Concur dodáva cloudové riešenie pre správu služobných ciest a cestovných výdavkov [16].

2.3 Produkty SAP

Spoločnosť SAP má veľké množstvo produktov, ktoré svojim zákazníkom ponúka. Pre predstavu, čo konkrétne SAP prináša, si predstavíme niektoré portfóliá produktov. Medzi najznámejšie portfóliá a konkrétne produkty momentálne patrí:

- ERP a digitálne jadro – inteligentné riešenia ERP od SAP sú digitálnym jadrom, ktoré podnikom umožňujú integrovať komplexné podnikové procesy budúcej generácie a stať sa tak inteligentnými podnikmi. Toto portfólio zahŕňa riešenie pre:
 - SAP S/4 HANA,
 - Cloud ERP,
 - ERP for Small and Midsize Enterprises,
 - Finance.
- Vzťahy so zákazníkmi – riešenie pre zlepšenie sa v ekonomike skúsenosťou tým, že zákazník odlíši svoj podnik, zaistí jeho rast a bude svojim zákazníkom dodávať výnimočnú zákaznícku skúsenosť. Riešenie sa zaoberá oblasťami:
 - SAP C/4HANA,
 - Customer Data,
 - Marketing,
 - Commerce,
 - Sales,
 - Services.
- Nákup a sieť dodávateľov – optimalizácia vzťahov s dodávateľmi správou ich údajov, informácií, výkonnosti a riziku, zjednodušovanie a zdokonaľovanie procesu riadenia od analýzy k zmluve pomocou strategického zaistovania zdrojov pre priame aj nepriame materiály, atď.:
 - riadenie dodávateľov,
 - strategický nákup zdrojov,
 - nepriamy nákup,

- nákup služieb a externé zdroje,
- predaj a plnenie,
- cestovanie a výdaje.
- Internet vecí a digitálny dodávateľský reťazec – produkty zamerané na zákazníka pre rýchlejšie a lacnejšie predávanie produktov pomocou softvéru pre správu globálneho dodávateľského reťazca:
 - dodávateľský reťazec,
 - logistika,
 - internet vecí,
 - výroba,
 - výskum a vývoj,
 - správa majetku.
- Personalistika – transformuje riadenie ľudského kapitálu, poskytuje zamestnancom skúsenosti, ktoré pomôžu dosiahnuť ciele zamestnanca aj zamestnávateľa, riešenie zahŕňa:
 - základná personalistika a spracovanie miezd,
 - časový management a dochádzkový systém,
 - nábor a zaškolenie nových zamestnancov,
 - učenie a rozvoj,
 - výkon a odmeňovanie,
 - plánovanie a analýza ľudských zdrojov.
- Cloudové a dátové platformy – efektívna správa podnikových údajov s cieľom optimalizovať analýzu a prehľady a zlepšiť obchodné výsledky:
 - SAP HANA,
 - skladovanie údajov,
 - správa podnikových informácií,
 - kybernetická bezpečnosť, správa, riziko a súlad.
- Analytické nástroje – využitie najvýznamnejších aktív, svojich dát, s podnikovými analytickými nástrojmi, využívanie integrovaného

strojového učenia, pre získanie rýchlych inteligentných prehľadov, ktoré umožňujú sa neustále adaptovať a prekonávať konkurenciu:

- SAP Analytics Cloud,
 - business intelligence,
 - podnikové plánovanie,
 - prediktívne analýzy.
- Vývoj aplikácií a integrácia – budovanie inteligentného podniku pomocou umelej inteligencie a softvérom na strojové učenie, ktorý zjednocuje ľudské skúsenosti a počítačové znalosti:
 - SAP Cloud Platform,
 - inteligentné technológie,
 - IoT,
 - strojové učenie,
 - blockchain [15, 16].

2.4 Analýza prínosu

Cieľom tejto diplomovej práce je navrhnutie skvalitnenie celkového procesu hodnotenia zákazníkov. Na základe kvality zákazníka je následne možné určiť poradie, podľa ktorého bude o zákazníka postarané pri riešení jeho problémov. Vďaka tomuto riešeniu na základe kvality zákazníka bude proces starania sa o zákazníka produktívnejší, šetrnejší k času a tým pádom v konečnom dôsledku efektívnejší.

2.5 Hodnotiace atribúty

Aby model mohol posúdiť kvalitu zákazníka a následne určiť o aký problém alebo požiadavku ide, musí mať určité hodnotiace atribúty. Tieto hodnotiace atribúty slúžia ako vstupné premenné modelu. Konkrétne sa jedná o 6 vstupných parametrov, ktoré si následne popíšeme. Výsledok modelu nám určí o aký typ problému sa jedná: veľmi dôležitý, dôležitý, stredne dôležitý, málo dôležitý.

2.5.1 Typ zákazníka

Tento atribút rozlišuje nového zákazníka a dlhodobého zákazníka, s ktorým má firma skúsenosti, zmluvy a dohody. Taktiež je dôležitý sektor, do ktorého spoločnosť zapadá. V tomto prípade máme rozdelenie do dvoch skupín na štátne a súkromné organizácie. Medzi štátne organizácie zapadajú nemocnice, spoločnosti, riadiace dopravu, národná banka, úrady a podobne. Medzi súkromné organizácie patria ostatné spoločnosti.

Ako posledný atribút, ktorý sa zaoberá typom zákazníka, je veľkosť podniku. Rozdelenie je na veľké, stredné a malé spoločnosti. Veľké spoločnosti sú tie, ktoré majú viac ako 300 zamestnancov. Stredné spoločnosti majú medzi 50 a 300 zamestnancami a malé spoločnosti majú menej ako 50 zamestnancov. Konkrétne bodové ohodnotenia sú v nasledujúcich troch tabuľkách.

Tabuľka 6: Atribút typ zákazníka (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Typ zákazníka	
Nový	4b
Dlhodobý	8b

Tabuľka 7: Atribút sektor (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Sektor	
Štátne organizácie	7
Súkromné organizácie	3

Tabuľka 8: Atribút veľkosť podniku (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Veľkosť podniku	
Veľký	5
Stredný	3
Malý	1

2.5.2 Komunikácia so zákazníkom

Komunikácia medzi zákazníkom a spoločnosťou je kľúčová. Bez dobrej komunikácie nemôže spoločnosť vždy poskytnúť zákazníkovi takú službu, aká je požadovaná alebo vyriešiť problém čo najrýchlejšie.

Patria sem dva hodnotiace atribúty. Jedným je čas, za ktorý zákazník odpovedá na dotazy k danému problému. Čím rýchlejšie odpovie, tým je vyššia šanca, že bude problém vyriešený čo najskôr. Tento atribút je rozdelený na štyri časti: menej ako 2 hodiny, 2 hodiny až jeden deň, 1 až 3 dni, viac ako 3 dni.

Ďalším atribútom je presnosť odpovede. Zákazník väčšinou nešpecifikuje problém dostatočne. Z tohto dôvodu je od neho potrebné spresnenie pomocou odpovedí na dotazy od spoločnosti, aby bola schopná daný problém vyriešiť. Delí sa na presnú odpoveď, kedy zákazník odpovedal na dotazy dostatočne, a následne je možné problém vyriešiť. Ďalej môže zákazník čiastočne odpovedať na dotazy, kvôli čomu musí byť znova kontaktovaný, aby bolo možné problém vyriešiť. Taktiež nemusí vôbec odpovedať na konkrétne dotazy, čo spôsobuje výrazné predĺženie času pre vyriešenie problému. Konkrétne bodové ohodnotenie týchto atribútov je možné vidieť v nasledujúcich tabuľkách.

Tabuľka 9: Atribút rýchlosť odpovedania (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Rýchlosť odpovedania	
<2h	10b
2-24h	8b
24-72h	5b
>72h	2b

Tabuľka 10: Atribút presnosť odpovedí na dotazy (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Presnosť odpovedí na dotazy	
Presná odpoveď	10b
Čiastočná odpoveď	5b
Nezodpovedané dotazy	0b

2.5.3 Solventnosť

Jedným z hlavných faktorov pre každú spoločnosť je schopnosť zákazníka plniť svoje povinnosti voči spoločnosti. Preto je ďalším atribútom solventnosť. Skúma, či zákazník platí včas, s omeškaním, alebo či uňho sú zaznamenané chýbajúce platby. Taktiež je tu možnosť neznáma, pretože pri novom zákazníkovi nie je skúsenosť s platbami.

Tabuľka 11: Atribút solventnosť (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Solventnosť	
Platí včas	10b
S oneskorením	8b
Neznáma	3b
Chýbajúce platby	1b

2.5.4 Špecifikácia problému

Ďalším dôležitým aspektom je špecifikácia daného problému. Do tejto kategórie spadajú dva vstupné atribúty, ktoré sú dopad na business a typ problému. Dopad na business je rozdelený do troch častí. Vysoký dopad na business znamená, že spoločnosť, ktorá je zákazníkom, nie je schopná pokračovať v každodennej práci a ponúkať svoje produkty a služby, kým sa problém nevyrieši. Stredný dopad znamená, že môže pokračovať vo väčšine svojej práce a jej business pocíti ovplyvnenie až za pár dní. Malý dopad nepredstavuje žiadnu hrozbu v chode businessu.

Posledným atribútom je typ problému. Poznáme bežný a komplexný problém. Komplexný problém je taký problém, na ktorého vyriešenie je potrebné viac ako 24hod. Zapadá tam aj požiadavka od zákazníka o rozšírenie jeho aplikácie o konkrétnu funkciu, ktorá sa musí vyvinúť a prispôbiť konkrétne pre daného klienta. V tabuľkách je predstavené ich bodové ohodnotenie.

Tabuľka 12: Atribút dopad na business (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Dopad na business	
Vysoký	50b
Stredný	15b
Malý	5b

Tabuľka 13: Atribút typ problému (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Typ problému	
Bežný	8b
Komplexný	4b

3 Návrh riešenia a prínos návrhov riešenia

Táto kapitola sa bude venovať praktickej stránke diplomovej práce. Najprv si vytvoríme model v prostredí MS Excel a MATLAB. Následne vytvoríme v oboch programoch formulár pre jednoduchšie používanie modelu. Daný model nám na základe kvality zákazníka určí, ako by mal byť vyhodnotený daný problém incident, ktorý zákazník reportuje.

Ďalej si jednotlivé modely vyhodnotíme na vzorových modelových situáciách. Porovnáme jednotlivé výsledky, ktoré sme dostali v prostredí MS Excel a v prostredí MATLAB. Nakoniec určíme ekonomický prínos dosiahnutého riešenia.

3.1 Fuzzy model v MS Excel

Model v MS Excel je tvorený z troch tabuliek. Prvá tabuľka je vstupná stavová tabuľka, ktorá obsahuje všetky hodnotiace atribúty spolu s ich hodnotami., viz. tabuľka 14.

Tabuľka 14: Vstupná stavová matica (Zdroj: Vlastné spracovanie)

I.	II.	III.	IV.
Typ zákazníka	Rýchlosť odpovedania	Presnosť odpovedí na dotazy	Dopad na business
Nový	<2 h	Presná odpoveď	Vysoký
Dlhodobý	2-24 h	Čiastočná odpoveď	Stredný
	24-72 h	Nezodpovedané dotazy	Malý
	>72 h		

V.	VI.	VII.	VIII.
Solventnosť	Typ problému	Sektor	Veľkosť podniku
Platí včas	Bežný	Štátne organizácie	Veľký
S oneskorením	Komplexný	Súkromné organizácie	Stredný
Neznáma			Malý
Chýbajúce platby			

Nasledujúcou tabuľkou je transformačná matica, ktorá obsahuje jednotlivé váhy atribútov podľa ich významnosti. Konkrétne hodnoty sú viditeľné v tabuľke 15.

Tabuľka 15: Transformačná matica (Zdroj: Vlastné spracovanie)

I.	II.	III.	IV.
Typ zákazníka	Rýchlosť odpovedania	Presnosť odpovedí na dotazy	Dopad na business
4	10	10	100
8	8	5	25
	5	0	5
	2		

V.	VI.	VII.	VIII.
Solventnosť	Typ problému	Sektor	Veľkosť podniku
10	8	7	5
8	4	3	3
3			1
1			

Najvyššie a najnižšie hodnoty sa v jednotlivých atribútoch líšia na základe preferencií. Z tabuľky 15 sa dá vyčítať, že firma kladie dôraz na dlhodobého zákazníka, ktorý presne odpovedá na dotazy do 2 hodín, jeho daný problém je bežný a má vysoký dopad na business a zároveň platí včas. Dôležité je taktiež brať do úvahy, či je to napríklad veľký podnik zo štátneho sektoru, pretože ak by mala nemocnica nejaký problém v systéme, kvôli ktorému by napríklad nemohla rozhodnúť o potrebných liekoch pre pacientov, tak by to predstavovalo veľký problém.

Naopak, menej dôrazu sa kladie na komplexné problémy, ktoré nie sú dôležité pre chod businessu, ale ich vyriešenie počká bez toho, aby bol výrazne ovplyvnený chod zákazníckej spoločnosti.

Tretou tabuľkou v poradí je retransformačná matica, viz, tabuľka 16. Táto matica slúži pre spätné vyhodnotenie z číselného na slovné ohodnotenie. Fuzzy model obsahuje štyri varianty vyhodnotenia zákazníka na základe číselných výsledkov:

- 1) **Veľmi závažný problém** – v prípade, že daný problém je vyhodnotený ako veľmi závažný, je potrebné, aby sa na ňom začalo hneď pracovať a bol čo

najskôr vyriešený, pretože zákazník je ním tak silno ovplyvnený, že bez jeho vyriešenia nie je schopný pokračovať vo svojej denno-dennej práci.

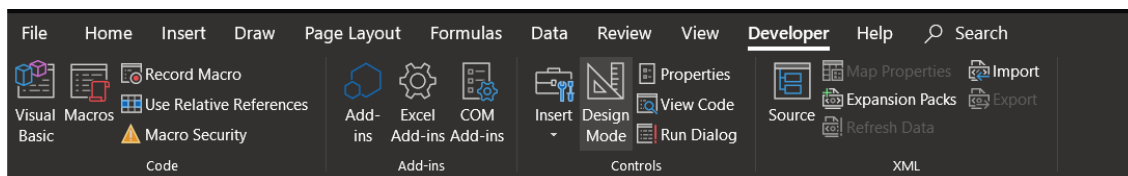
- 2) **Závažný problém** – takýto problém by mal byť vyriešený rýchlo, z pohľadu časového horizontu do 3 dní, aby bol zákazník business čo najmenej ovplyvňovaný a mohol pokračovať v jeho chode ďalej.
- 3) **Stredne závažný problém** – tento typ problému by mal byť vyriešený do 10 dní, zákazníka netlačí čas a vie pokračovať na určitú krátku dobu vo svojej práci bez obmedzenia.
- 4) **Nezávažný problém** – väčšinou sa jedná o komplexné problémy, ktoré zákazník nepotrebuje k chodu businessu, ale predstavujú pridanú funkcionality pre vylepšenie. Nezávažný problém nemá časový strop pre vyriešenie, o takéto typy problémov je postarané až v prípade, že všetky ostatné závažnejšie problémy sú vyriešené.

Tabuľka 16: Retransformačná matica (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Výsledok %	Záver
80-100	Veľmi závažný
60-79	Závažný
30-59	Stredne závažný
0-29	Nezávažný

3.1.1 Formulár

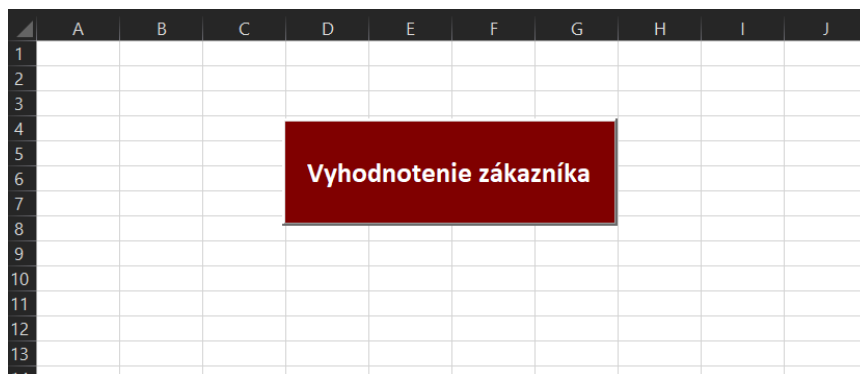
Pre jednoduchšie užívanie modelu bol vytvorený pre užívateľa formulár pomocou VBA. Pre možnosť vytvorenia tohto formulára je potrebné si do MS Excel pridať možnosti pre developera, viz. obrázok 25. Pre vytvorenie a upravovanie formulára potrebné kliknúť na *Design Mode* a následne na *View Code*, kde je možné zmeny vykonať.



Obrázok 25: Možnosti pre developera v MS Excel

(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 11)

Pre spustenie formulára musí užívateľ, v príslušnom excel súbore, kliknúť na button *Vyhodnotenie zákazníka*, ktoré je na obrázku 26.



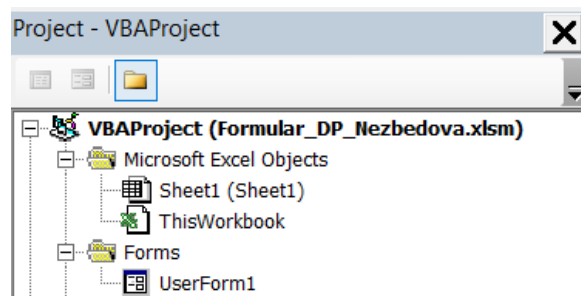
Obrázok 26: Vyhodnotenie zákazníka button vo VBA

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Po jeho stlačení sa zobrazí formulár, ktorý obsahuje nasledujúce komponenty:

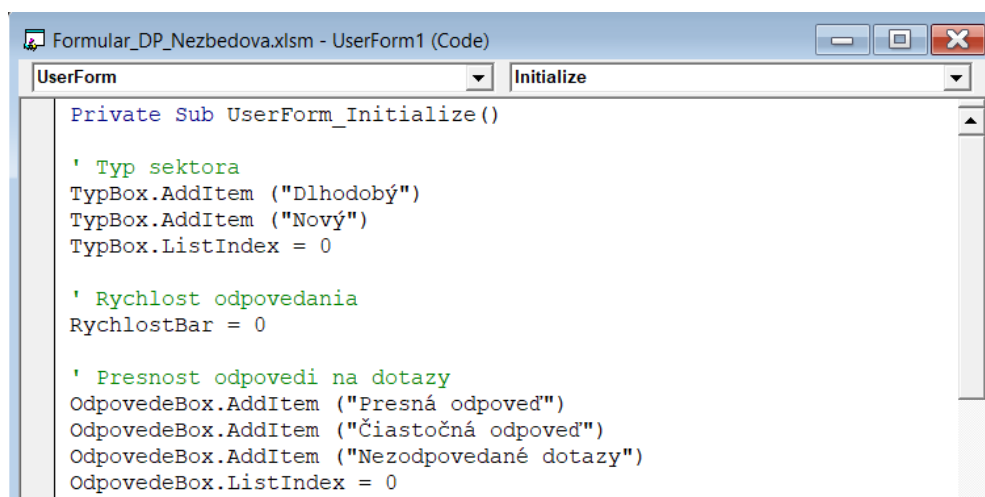
- frame, ktorý ohraničuje ďalšie prvky pre lepšiu prehľadnosť,
- textové pole, ktoré obsahuje príslušný popis,
- editovacie pole,
- combobox, ktorý obsahuje možnosti na výber,
- scrollbar, pre určovanie číselnej hodnoty,
- tlačítko, pre možnosť získania výsledkov.

Pri vytváraní formulára je na ľavej strane panel pre jednoduchšie orientovanie v projekte, zobrazený na obrázku 27.



Obrázok 27: Panel pre orientáciu vo VBA projekte
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 11)

Pri spustení formulára sa naplnia jednotlivé komponenty príslušnými údajmi. V prvom rade je potrebné mať jednotlivé komponenty vo formulári umiestnené tak, aby toto umiestnenie bolo pre užívateľa zmysluplné a jednoduché na vyplnenie. Jednotlivé comboboxy dostali označenie pre jednoduchšie písanie a orientovanie sa v kóde. Všetkých 7 comboboxov, ktoré obsahujú slovné údaje boli naplnené podľa vstupnej stavovej matice. Pre číselné údaje je využitý scrollbar, ktorý je pri spustení nastavený na hodnotu 0, viz. obrázok 28.



Obrázok 28: Vstupná stavová matica vo VBA
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Ďalej boli naplnené údaje pre tlačítko, ktoré formulár vyhodnotí. Ako prvé sú do kódu zahrnuté váhy z transformačnej matice, ukážka je na obrázku 29. Takýmto spôsobom sú naplnené hodnoty pre všetky vstupy.

```

Private Sub VyhodnotenieButton_Click()

    typ1 = 8
    typ2 = 4

    odpovede1 = 10
    odpovede2 = 5
    odpovede3 = 0

    dopad1 = 100
    dopad2 = 25
    dopad3 = 5

    solventnost1 = 10
    solventnost2 = 8
    solventnost3 = 3
    solventnost4 = 1

```

Obrázok 29: Transformačná matica vo VBA
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Ďalej je určená podmienka, taktiež pre všetky vstupy, ako na obrázku 30. Výsledok tejto podmienky bude využitý v skalárnom súčine a predstavuje stavovú maticu v podobe kódu pre VBA.

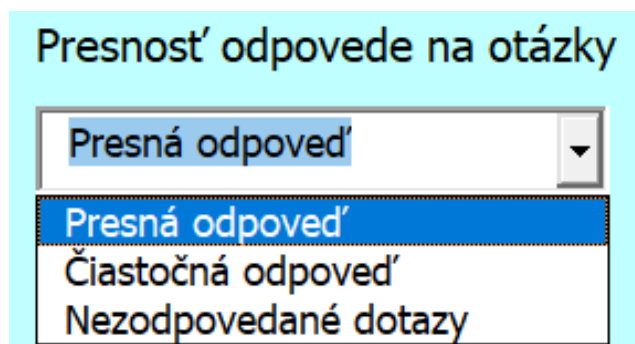
```

If OdpovedeBox.ListIndex = 0 Then
    oodpovede1 = 1
    oodpovede2 = 0
    oodpovede3 = 0
ElseIf OdpovedeBox.ListIndex = 1 Then
    oodpovede1 = 0
    oodpovede2 = 1
    oodpovede3 = 0
ElseIf OdpovedeBox.ListIndex = 2 Then
    oodpovede1 = 0
    oodpovede2 = 0
    oodpovede3 = 1
End If

```

Obrázok 30: Stavová matica vo VBA
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Na obrázku 31 máme ukážku naplneného comboboxu. Takúto podobu získal vďaka naplneniu formulára pri spustení. Užívateľ klikne na šípku, ktorá smeruje dole. Následne sa mu ukáže ponuka jednotlivých možností, z ktorej si potrebnú vyberie. Podobne vyzerá ďalších 6 vstupov, ktoré obsahujú slovné možnosti.



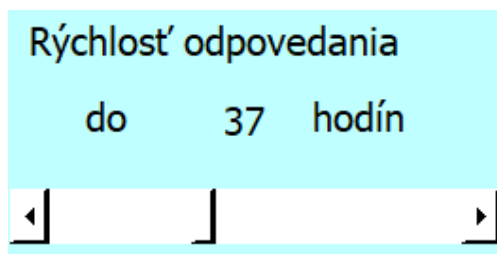
Obrázok 31: Ukážka vyplneného comboboxu
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Keďže číselné hodnoty máme určené intervaloch, tak kód pre scrollbar je trochu odlišný. V tomto prípade chceme, aby užívateľ mal viac možností, ako vyberanie si zo 4 intervalov. Scrollbar umožňuje užívateľovi zadať konkrétnu hodnotu, ktorá je v tomto prípade v hodinách. Na obrázku 32 je zobrazená časť podmienky, vďaka ktorej môže užívateľ zadať presnú požadovanú hodnotu a zároveň je určený správny interval.

```
If RychlostBar.Value < 2 Then
    rrychlost1 = 1
    rrychlost2 = 0
    rrychlost3 = 0
    rrychlost4 = 0
ElseIf RychlostBar.Value < 24 Then
    rrychlost1 = 0
    rrychlost2 = 1
    rrychlost3 = 0
    rrychlost4 = 0
ElseIf RychlostBar.Value < 72 Then
    .
    .
    .
```

Obrázok 32: Podmienka pre scrollbar
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Na obrázku 33 je ukážka, ako vyzerá scrollbar vo formulári. Jeho minimum je určené na 0 a maximum je určené na 100, čo je dostačujúce. Užívateľ ním môže akokoľvek posúvať a hodnota, na ktorej zastaví, je zobrazená nad ním v celých číslach. Druhou možnosťou je prepísať zobrazenú hodnotu na požadovanú hodnotu.



Obrázok 33: Ukážka scrollbaru a textu
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Aby sa vypísaná hodnota menila zároveň s posúvaním scrollbaru, alebo naopak, aby sa scrollbar posúval vpravo alebo vľavo na základe hodnoty, ktorú zadá užívateľ, je potrebné upraviť kód. Táto úprava je na obrázku 34, vďaka čomu sa komponenty závisle menia.

```
Private Sub RychlostBar_Change()  
    RychlostText = RychlostBar.Value  
End Sub
```

Obrázok 34: Prepojenie scrollbaru a textu

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Nakoniec je potrebné určiť výsledné hodnoty. Skalárny súčin je premenený na percentá a podľa získaných percent je určená podmienka s hodnotami rovnakými ako v tabuľke, ktorá predstavuje retransformačnú maticu. Na obrázku 35 vidíme, že výsledok je následne vypísaný do editovacieho políčka, ktoré je vo formulári.

```
If vysledok < 20 Then  
    hodnota = "Nezávažný"  
ElseIf vysledok < 40 Then  
    hodnota = "Stredne závažný"  
ElseIf vysledok < 80 Then  
    hodnota = "Závažný"  
Else  
    hodnota = "Veľmi závažný"  
End If  
  
VyhodnotenieText.Value = hodnota  
  
End Sub
```

Obrázok 35: Vyhodnotenie formulára vo VBA

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Na obrázku 36 je ukážka vyplneného formulára, ktorého vyhodnotenie bolo po stlačení tlačidla vyhodnotiť vypísané do políčka. Užívateľ má zamedzenú možnosť prepisovať hocijaké údaje vo formulári, s výnimkou editovacieho políčka nad scrollbarom.

Vyplňte nasledujúce údaje

<p>Typ zákazníka</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Dlhodobý ▾</div> <p>Rýchlosť odpovedania</p> <p>do 0 hodín</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">◀ ▶</div> <p>Presnosť odpovede na otázky</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Presná odpoveď ▾</div> <p>Dopad na business</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Vysoký ▾</div>	<p>Solventnosť</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Platí včas ▾</div> <p>Typ problému</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Bežný ▾</div> <p>Sektor</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Štátne organizácie ▾</div> <p>Veľkosť podniku</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Veľký ▾</div>
--	---

VYHODNOTIŤ

Vyhodnotenie

Veľmi závažný

Obrázok 36: Formulár vo VBA
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

3.2 Fuzzy model v MATLAB

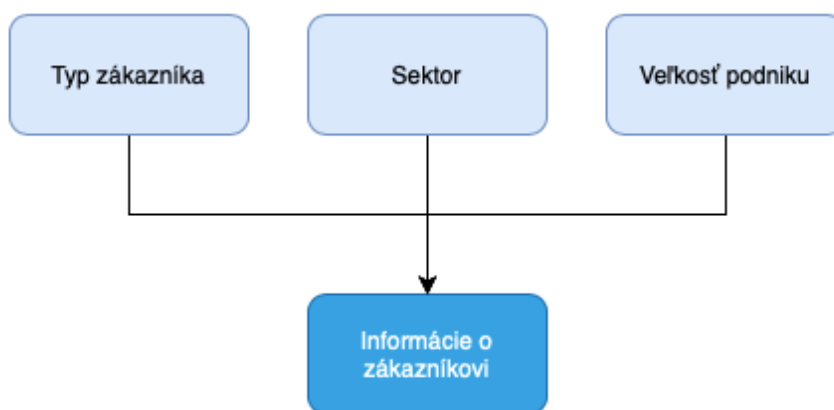
Fuzzy model v prostredí MATLAB je vytvorený pomocou Fuzzy Logic Toolbox, ktorý sa vyvolá pomocou príkazu *fuzzy* v command window. Počet hodnotiacich vstupov je 8 a z tohto dôvodu je optimálnejšie vytvoriť niekoľko blokov, ktoré sa budú skladať z určitého počtu atribútov. Tým docielime menší počet vstupov, ktoré následne spojíme do jedného finálneho *.fis* súboru, ktorý bude predstavovať výstup. V prípade, že by sme priamo načítavali všetkých 8 vstupov do finálneho *.fis* súboru, mali by sme aj veľké

množstvo pravidiel, čo by bolo výpočtovo náročné a získanie výsledku by trvalo dlhší čas.

3.2.1 Rozdelenie na subsystemy

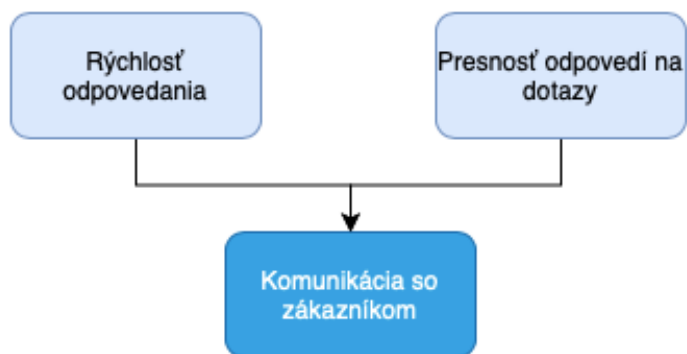
System bol rozdelený na 4 subsystemy. Tri subsystemy sa skladajú z niekoľkých vstupov a jedného výstupu, jeden subsystem je predstavovaný jedným atribútom, ktorý bude využitý priamo do finálneho vyhodnotenia. Vstupné atribúty boli rozdelené nasledovne:

- informácie o zákazníkovi:
 - typ zákazníka,
 - sektor,
 - veľkosť podniku,



Obrázok 37: Subsystem Informácie o zákazníkovi
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

- komunikácia so zákazníkom:
 - rýchlosť odpovedania,
 - presnosť odpovedí na dotazy,



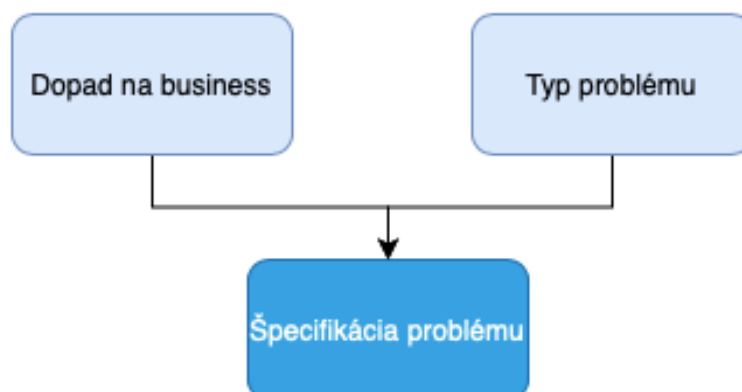
Obrázok 38: Subsystem Komunikácia so zákazníkom
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

- solventnosť,



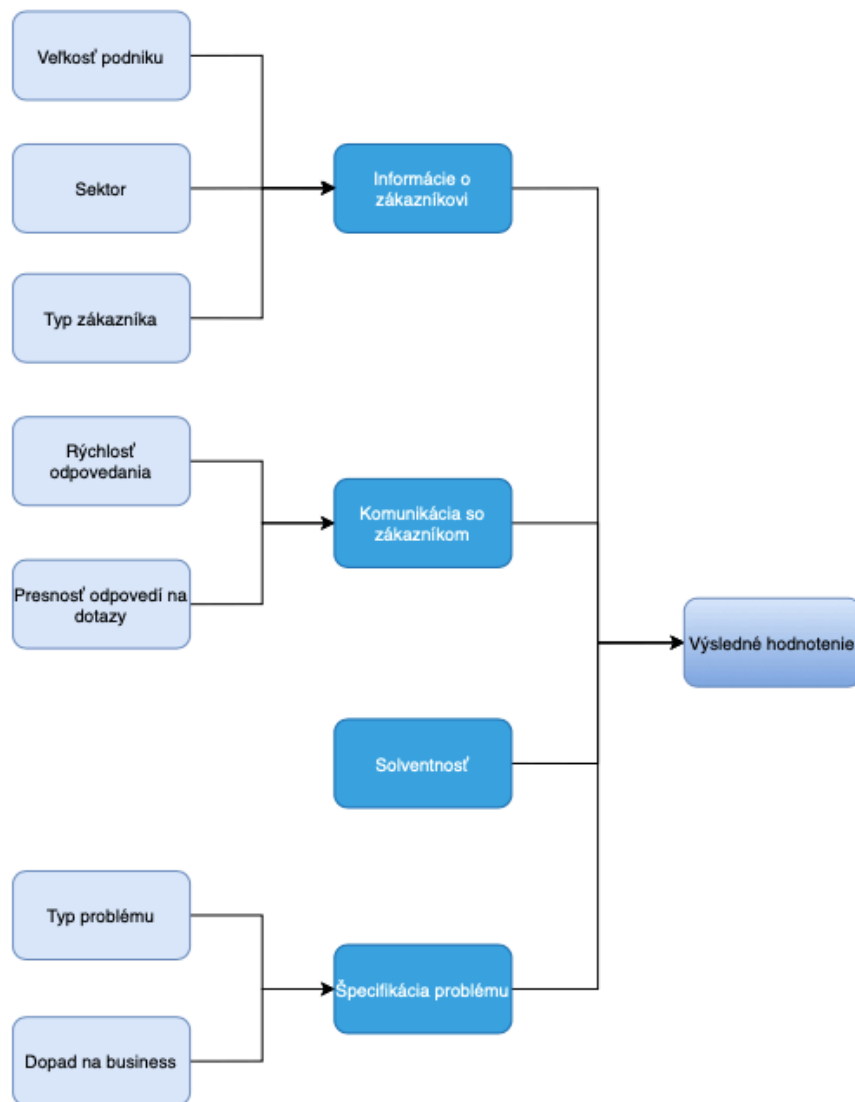
Obrázok 39: Subsystem Solventnosť
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

- špecifikácia problému:
 - dopad na business,
 - typ problému.



Obrázok 40: Subsystem Špecifikácia problému
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Kompletné rozdelenie systému je možné vidieť na obrázku 41.

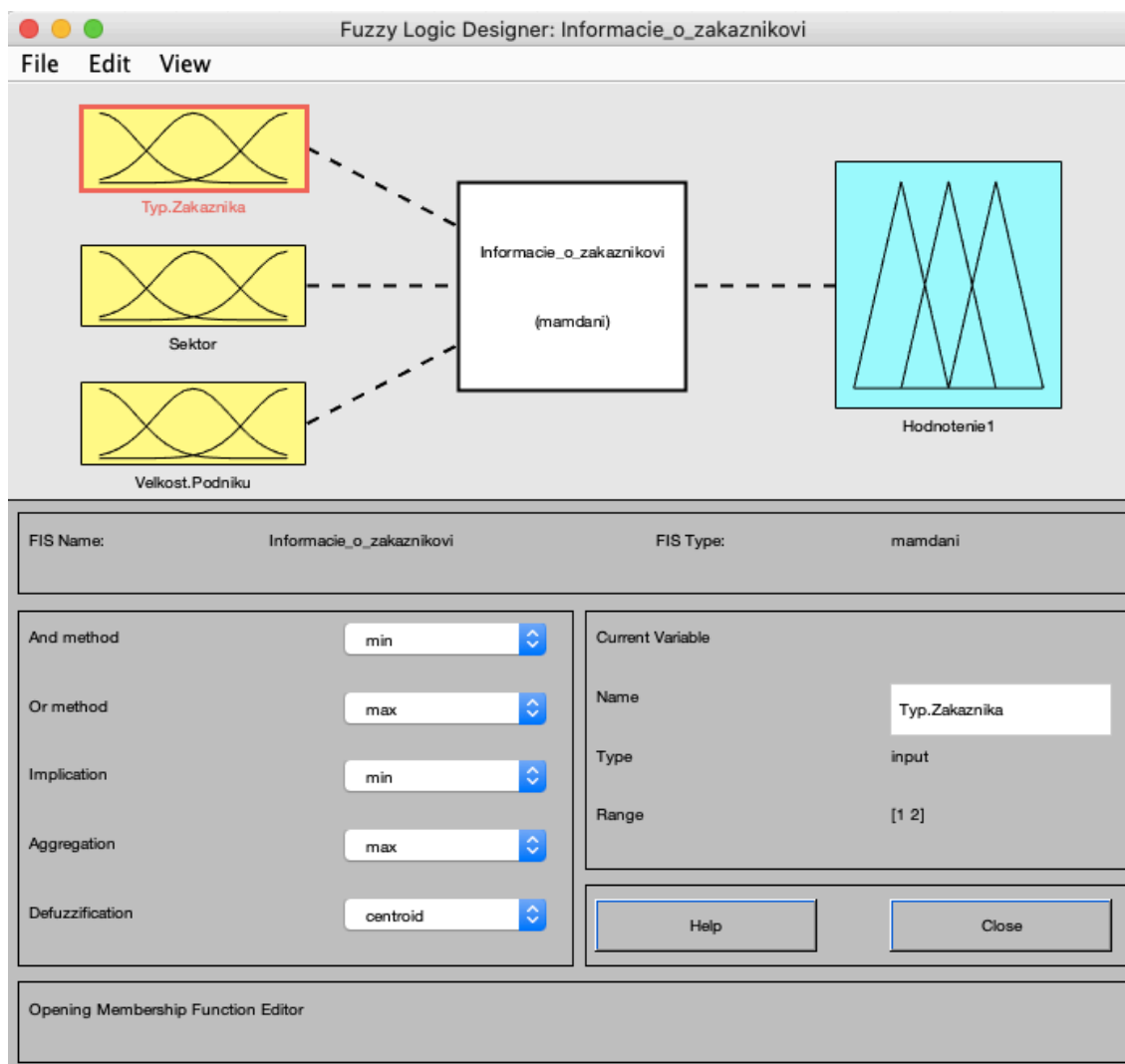


Obrázok 41: Finálny systém
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

3.2.2 Ukážka subsystému v MATLAB

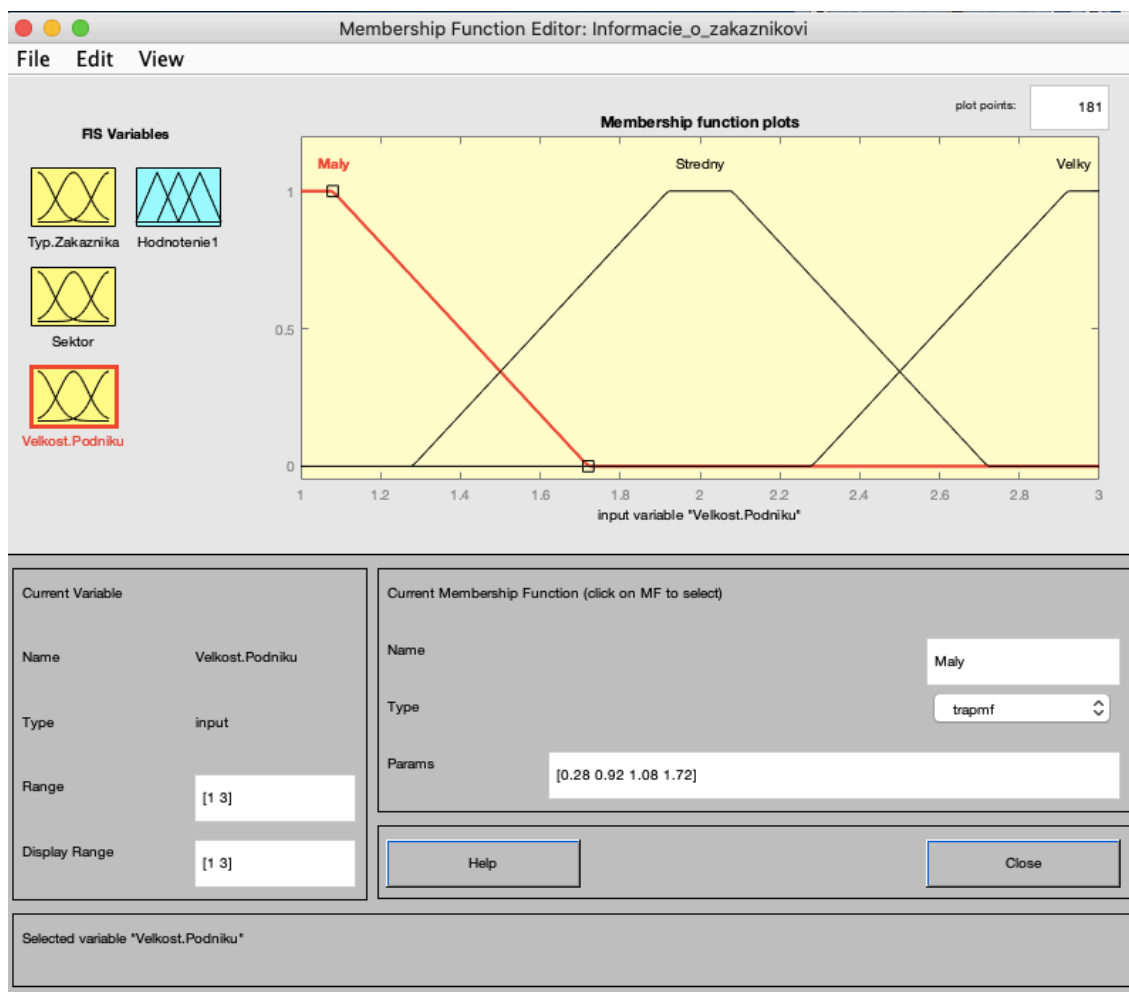
V tejto podkapitole si ukážeme vytvorenie konkrétneho subsystému v prostredí MATLAB. Nasledovne sme vytvorili subsystém Informácie o zákazníkovi, ďalšie subsystémy sa budú tvoriť obdobne.

V prvom kroku si nastavíme počet vstupných premenných (viz. obrázok 42), ktoré sú v tomto prípade tri, ďalej jeden výstup a typ fis súboru je v tomto prípade Mamdani (je často využívaný z dôvodu jednoduchosti pre ľudské rozmýšľanie). Následne priradíme jednotlivým vstupom, výstupu a celému fis súboru názov pre jednoduchšiu orientáciu.



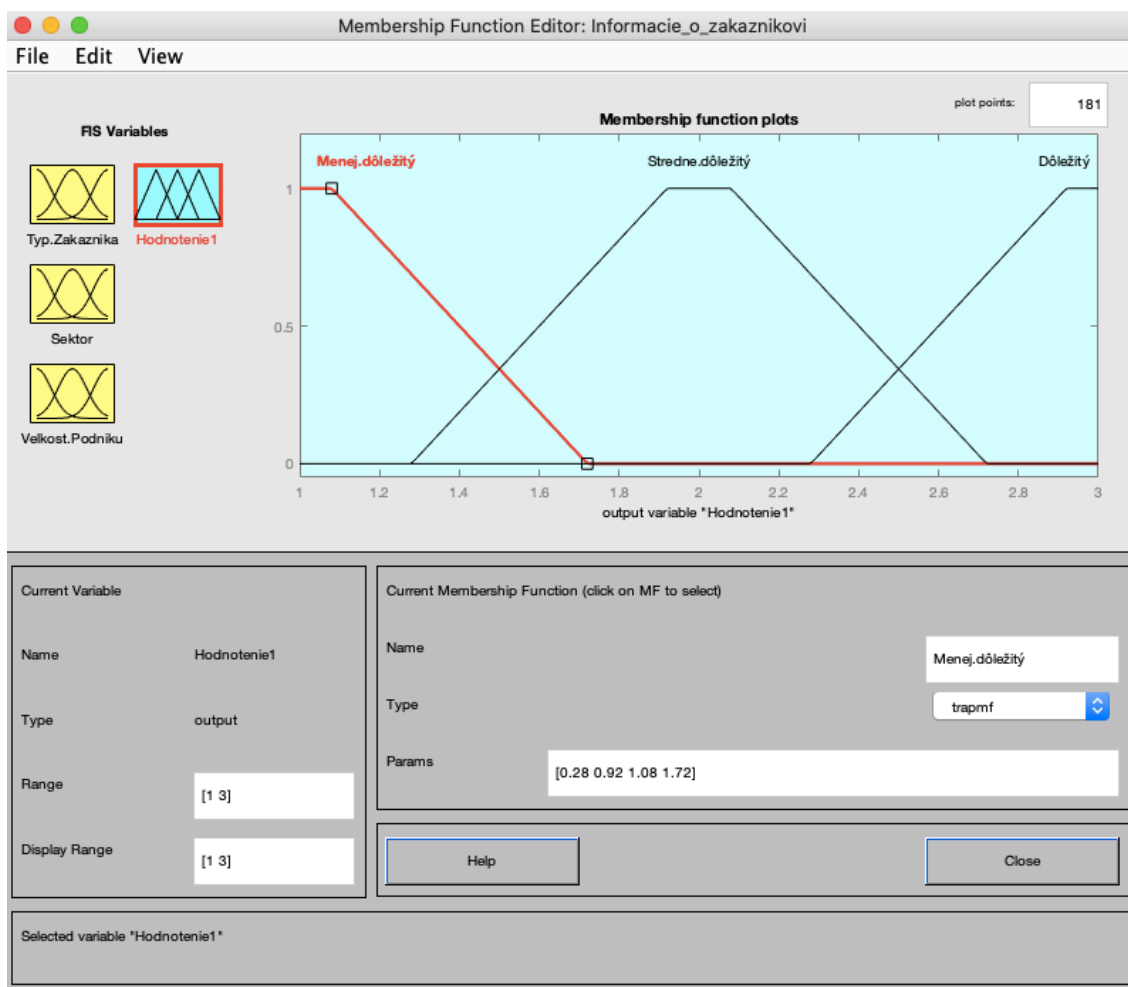
Obrázok 42: Fuzzy Logic Designer subsystém
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Potom otvoríme Membership Function Editor (dvojitým kliknutím na jeden zo vstupov), kde pre jednotlivé vstupy nastavíme ich intervalový rozsah (range), počet a tvar členských funkcií (viz. obrázok 43). Pre daný vstup vyberieme počet členských funkcií a ich názov.



Obrázok 43: Membership Function Editor subsystém
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Nakoniec pre každý subsystém vytvoríme hodnotenie (viz. obrázok 44) daného subsystému, ktoré bude následne využité ako vstup do finálneho vyhodnotenia. Pre všetky funkcie, či už vstupné alebo výstupné, sme zvolili tvar trapezoidu. Vyhodnotenie subsystému má tri varianty a to menej dôležitý, stredne dôležitý a dôležitý zákazník. Čo v tomto prípade nepoukazuje na celkovú dôležitosť zákazníka, pretože každý zákazník je pre firmu dôležitý, ale len na skutočnosť, na akú úroveň by mal byť postavený jeho konkrétny problém.



Obrázok 44: Hodnotenie subsystému
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

3.2.3 Tvorba pravidiel

Po nastavení vstupov a výstupov subsystému je potrebné vytvoriť pravidlá. Tieto pravidlá sa musia nastaviť pre všetky možné kombinácie a na základe týchto pravidiel bude určený výsledok. V prípade subsystému *Informácie o zákazníkovi* máme celkovo 12 pravidiel. Počet kombinácií pravidiel je daný vynásobením počtom atribútov jednotlivých vstupov.

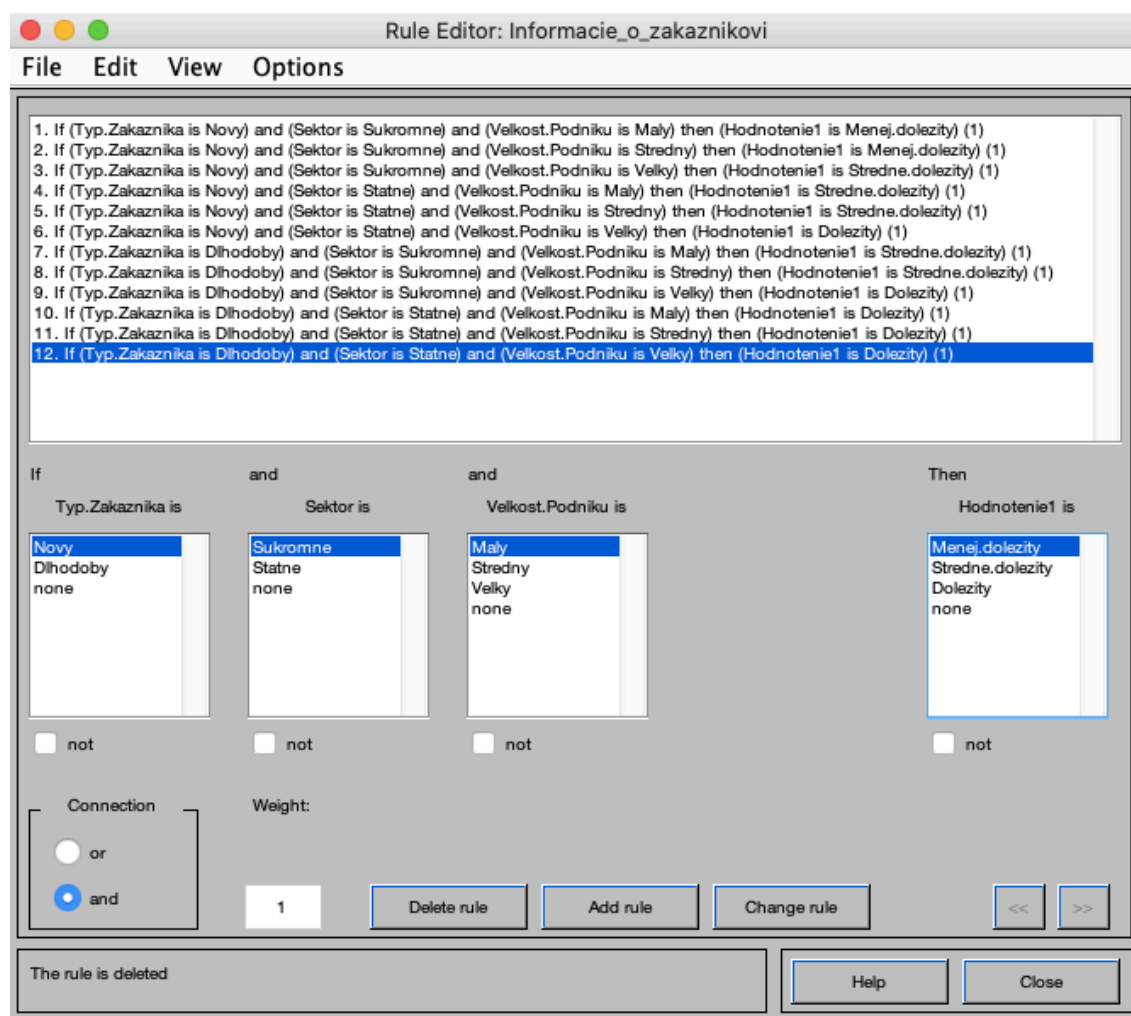
Do editora tvorby pravidiel sa dostaneme pomocou cesty Edit a potom Rules, alebo môžeme pravidlá pripísať ručne do kódu pre daný *.fis* a následne pri jeho spustení tam budú. Zvolili sme verziu pripísania kombinácii pravidiel do kódu (viz. obrázok 45), pretože pridávať ich ručne by bolo veľmi pracné a časovo náročné. Pre vysvetlenie sa pred čiarkou nachádzajú vstupy a za čiarkou je číslo požadovaného výstupu. Napríklad

v prípade posledného riadku je vytvorené toto pravidlo: Ak je zákazník *dlhodobý* a spadá do *štátneho sektoru* a ide o *veľký podnik*, potom je v tomto type ohodnotenia riešenia problémov zákazník *dôležitý*.

```
[Rules]
1 1 1, 1 (1) : 1
1 1 2, 1 (1) : 1
1 1 3, 2 (1) : 1
1 2 1, 2 (1) : 1
1 2 2, 2 (1) : 1
1 2 3, 3 (1) : 1
2 1 1, 2 (1) : 1
2 1 2, 2 (1) : 1
2 1 3, 3 (1) : 1
2 2 1, 3 (1) : 1
2 2 2, 3 (1) : 1
2 2 3, 3 (1) : 1
```

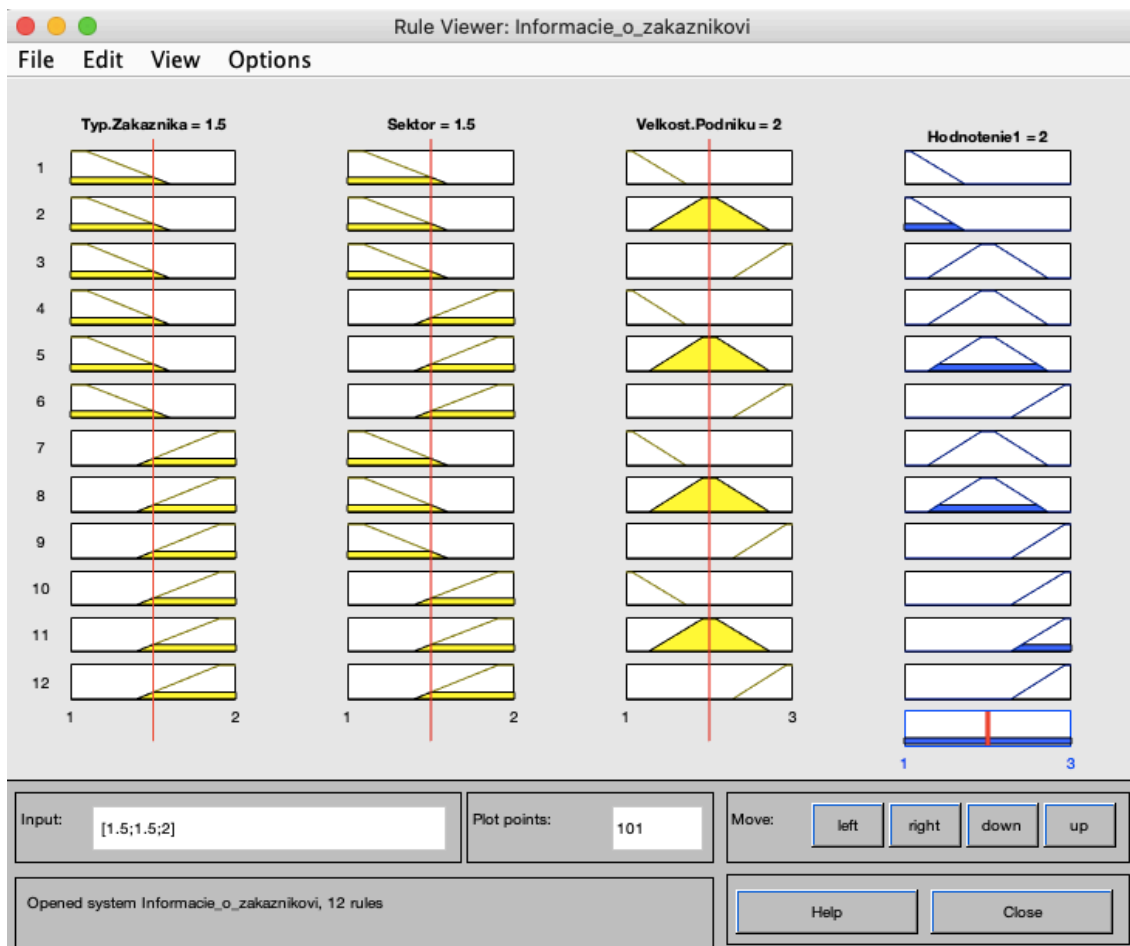
Obrázok 45: Vytvorenie pravidiel vpísaním do kódu
(Vlastné spracovanie pomocou 10)

Vytvorené pravidlá pre tento subsystém sú viditeľné na obrázku 46.



Obrázok 46: Rule Editor subsystému
(Vlastné spracovanie pomocou 10)

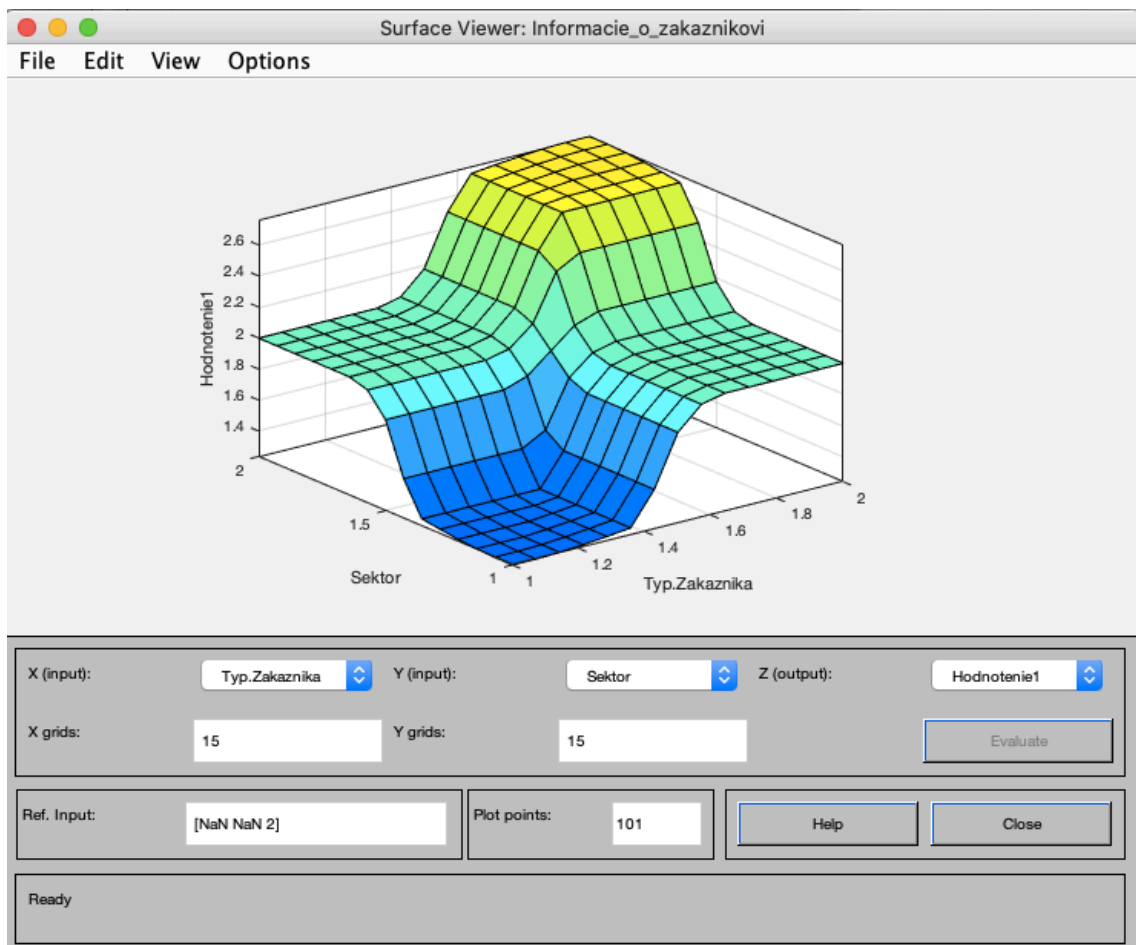
Pre prehľadné grafické zobrazenie týchto pravidiel môžeme využiť Rule Viewer, ktorý je na obrázku 47. Žltou farbou sú zobrazené všetky vstupy a modrou je zobrazený výstup. Pomocou vertikálnych červených čiar môžeme ručne nastaviť hodnoty vstupov a získame vyhodnotený výstup.



Obrázok 47: Rule Viewer subsystému

(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Posledným nástrojom, ktorý je využívaný v tejto práci je Surface Viewer, zobrazený na obrázku 48. Tento nástroj slúži pre grafické zobrazenie daných pravidiel. V prípade subsystému *Informácie o zákazníkovi* je na osi *x* zobrazený vstup *Typ zákazníka* a na osi *y* je vstup *Sektor*. Na osi *z* vidíme hodnotenie tohto subsystému a je zrejmé, že v prípade, keď budú oba vstupy dosahovať vyšších hodnôt, tak podobne bude aj výstup.



Obrázok 48: Surface Viewer subsystému
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

3.2.4 M súbor

Pre fungovanie modelu v prostredí MATLAB je potrebné vytvoriť *.m* súbor. V tejto podkapitole si ukážeme, z čoho pozostáva a ako funguje.

Prvým krokom je načítanie vytvorených *.fis* súborov, pre ktoré je postup popísaný v podkapitole 3.2.2 a 3.2.3. V tomto prípade sú načítané *.fis* súbory pre tri subsystémy a jeden pre finálne vyhodnotenie. Pre tento účel sa využíva príkaz *readfis*, ako je viditeľné na obrázku 49.

```

3      % nacitanie .fis suborov
4 -    fis_informacie = readfis('Informacie_o_zakaznikovi.fis');
5 -    fis_komunikacia = readfis('Komunikacia_so_zakaznikom.fis');
6 -    fis_specifikacia = readfis('Specifikacia_problemu.fis');
7 -    fis_vyhodnotenie = readfis('Vysledne_hodnotenie.fis');

```

Obrázok 49: Načítanie *.fis* súborov
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Ďalším krokom je vytvorenie kódu, na základe ktorého vieme získať vstupné hodnoty od užívateľa. Kód, ktorý je na obrázku 50, je ukážkou, je vstupný atribút *Typ zákazníka*. Na základe tohto kódu bude na obrazovku vypísaná otázka „O aký typ zákazníka sa jedná?“ spolu s možnosťami, medzi ktorými si užívateľ môže vybrať. Taktiež je tam ošetrovanie v prípade, že užívateľ zadá číslo, ktoré nie je priradené k žiadnej odpovedi.

```

9      %% získanie vstupov
10     % Subsystem: Informacie o zakaznikovi
11     while true
12         Typ.zakaznika=input('0 aký typ zakaznika sa jedná? (1 - novy, 2 - dlhodobý): ');
13         if (mod(Typ.zakaznika, 1) == 0 && Typ.zakaznika >= 1 && Typ.zakaznika <= 2)
14             break
15         else
16             disp('Zadajte 1 pre noveho alebo 2 pre dlhodobeho zakaznika.')
17         end
18     end

```

Obrázok 50: Získanie vstupných hodnôt

(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Podobne sú vytvorené otázky ohľadom ostatných vstupných atribútov, ktoré sú potrebné pre vyhodnotenie modelu. Jednotlivé výsledky subsystémov sú zaokrúhlené a vyhodnotené pomocou príkazu *evalfis*, ako môžeme vidieť na obrázku 51.

```

86     %% Vyhodnotenie subsystemov
87     informacie = round(evalfis([Typ.zakaznika Sektor Velkost.podniku],fis_informacie));
88     komunikacia = round(evalfis([Rychlost.odpovedania Presnost.odpovedi.na.dotazy],fis_komunikacia));
89     specifikacia = round(evalfis([Dopad.na.business Typ.problemu],fis_specifikacia));
90

```

Obrázok 51: Vyhodnotenie subsystémov

(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Nakoniec sa rovnako ako subsystémy vyhodnotí finálny *fis*, s podmienkou pre vypísanie hodnotenia na obrazovku, viz. obrázok 52.

```

91     %% Celkove vyhodnotenie
92     vyhodnotenie = evalfis([informacie komunikacia specifikacia Solventnost],fis_vyhodnotenie);
93
94     if vyhodnotenie > 3.5
95         disp('Velmi zavazny')
96     elseif vyhodnotenie > 2.5
97         disp('Zavazny')
98     elseif vyhodnotenie > 1.5
99         disp('Stredne zavazny')
100    else
101        disp('Nezavazny')
102    end

```

Obrázok 52: Vyhodnotenie modelu

(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Na obrázku 53 je zobrazený výstup .m súboru. Jednotlivé otázky postupne nabiehajú na obrazovku a užívateľ na ne odpovedá napísaním zvoleného čísla z možností. Nakoniec je vypísané vyhodnotenie na základe týchto vstupov.

```
0 aký typ zákazníka sa jedna? (1 - nový, 2 - dlhodobý): 2
V akom sektore pôsobí zákazník? (1 - súkromný, 2 - štátny): 2
Ako veľký je podnik? (1 - malý, 2 - stredný, 3 - veľký): 3
Ako dlho trvá zákazníkovi odpovedať? (1 - >72h, 2 - 24-72h, 3 - 2-24h, 4 - <2h): 4
Ako presne odpovedá zákazník na dotazy? (1 - nezodpovedá, 2 - čiastočne, 3 - presne): 3
Ako veľký dopad má problém na chod businessu? (1 - malý, 2 - stredný, 3 - veľký): 3
0 aký typ problému sa jedna? (1 - komplexný, 2 - bežný): 2
Ako je skúsenosť s platbami zákazníka? (1 - chýbajúce platby, 2 - neskoro, 3 - malé oneskorenie, 4 - včas): 4
Veľmi závažný
```

Obrázok 53: Zadávanie vstupov ukážka
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

V prípade, že užívateľ zadá hodnotu, ktorá pre daný vstup nie je v ponuke, bude na to upozornený správou na obrazovke. Následne mu bude znova poskytnutá možnosť výberu odpovede, pre príklad viz. obrázok 54.

```
0 aký typ zákazníka sa jedna? (1 - nový, 2 - dlhodobý): 5
Zadajte 1 pre nového alebo 2 pre dlhodobého zákazníka.
fx 0 aký typ zákazníka sa jedna? (1 - nový, 2 - dlhodobý):
```

Obrázok 54: Chybné zadanie vstupu ukážka
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

3.2.5 Formulár

Ďalším možným spôsobom pre vyhodnotenie modelu je vytvorenie formulára pomocou GUI v programe MATLAB. Tento spôsob je priateľskejší pre užívateľa, pretože je to jednoduché, rýchle a prehľadné. Na obrázku 55 môžeme vidieť vizuál formulára. Prvky, ktoré formulár obsahuje sú nasledovné:

- panel – ohraničuje oblasť prvkov pre lepšiu prehľadnosť,
- static text – text pre pomenovanie,
- popup menu – zoznam s možnosťami,
- slider – zobrazenie hodnoty posuvníkom,
- push button – tlačítko pre vyhodnotenie,
- edit text – políčko pre vkladanie textu, pre ktoré je v tomto prípade vypnutá možnosť editácie.

Vyplňte nasledujúce údaje

Typ zákazníka <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Nový</div>	Solventnosť <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Chýbajúce platby</div>
Rýchlosť odpovedania do 0 hodín <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> <div style="width: 100px; height: 15px; border-bottom: 1px solid black;"></div> </div>	Typ problému <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Komplexný</div>
Presnosť odpovedí na dotazy <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Nezodpovedané dotazy</div>	Sektor <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Súkromné organizácie</div>
Dopad na business <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Malý</div>	Veľkosť podniku <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Malý</div>

VYHODNOTIŤ

Vyhodnotenie

Obrázok 55: Formulár
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Formulár v GUI sa spustí pomocou príkazu *guide* v command window. Jednotlivé prvky sú v ponuke GUI a ručne sa vložia na požadované miesto. V editore sa automaticky vytvorí kód pre GUI a jednotlivé prvky, ktoré obsahuje. Pomocou *inspektora* môžeme pre jednotlivé prvky nastaviť ich veľkosť, farbu, umiestnenie, tags a podobne. Týmto spôsobom boli vložené konkrétne možnosti do jednotlivých popup menu. Pre správne fungovanie push buttonu je potrebné pripísať kód. Na obrázku 56 je časť kódu, ktorá načíta jednotlivé *.fis* súbory.

```

% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)

% loading of .fis files
fis_informacie = readfis('Informacie_o_zakaznikovi.fis');
fis_komunikacia = readfis('Komunikacia_so_zakaznikom.fis');
fis_specifikacia = readfis('Specifikacia_problemu.fis');
fis_vyhodnotenie = readfis('Vysledne_hodnotenie.fis');

```

Obrázok 56: Načítanie .fis súborov pre formulár

(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Na obrázku 57 je ukázané, akým spôsobom získame hodnoty z jednotlivých popup menu a tie sú následne vyhodnotené a vložené do premennej.

```

% Informacie_o_zakaznikovi
Informacie_o_zakaznikovi(1) = get(handles.popupmenu1, 'Value');
Informacie_o_zakaznikovi(2) = get(handles.popupmenu6, 'Value');
Informacie_o_zakaznikovi(3) = get(handles.popupmenu7, 'Value');
Informacie_o_zakaznikovi_final = evalfis(Informacie_o_zakaznikovi, fis_informacie);

```

Obrázok 57: Získanie hodnôt z popup menu

(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Keďže slider v GUI obsahuje hodnoty od 1 do 100, ale .fis súbor pre komunikáciu so zákazníkmi iba 4 hodnoty, tak sme museli pridať podmienku. Vďaka tejto podmienke užívateľ môže slider využívať tak, aby mu ukazovalo správne hodnoty podľa toho, ako ním hýbe, ale zároveň sa do .fis súboru vloží požadovaná hodnota od 1 do 4. Ďalej kód pokračuje podobne ako pri obrázku 57.

```

% Komunikacia_so_zakaznikom
slider = get(handles.slider2, 'Value');
if slider <= 2
    Komunikacia_so_zakaznikom(1) = 4;
elseif slider > 2 && slider <= 24
    Komunikacia_so_zakaznikom(1) = 3;
elseif slider > 24 && slider <= 72
    Komunikacia_so_zakaznikom(1) = 2;
else
    Komunikacia_so_zakaznikom(1) = 1;
end

Komunikacia_so_zakaznikom(2) = get(handles.popupmenu2, 'Value');
Komunikacia_so_zakaznikom_final = evalfis(Komunikacia_so_zakaznikom, fis_komunikacia);

```

Obrázok 58: Získanie hodnôt zo slidera

(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Nakoniec zaokrúhlime jednotlivé hodnoty výsledkov .fis súborov, ktoré vložíme do finálneho hodnotenia. Taktiež pridáme možnosti, ktoré sa vyobrazia po vyhodnotení a stlačení push buttonu vo formulári.


```

% Vyhodnotenie
vyhodnotenie(1) = round(Informacie_o_zakaznikovi_final);
vyhodnotenie(2) = round(Komunikacia_so_zakaznikom_final);
vyhodnotenie(3) = round(get(handles.popupmenu4, 'Value'));
vyhodnotenie(4) = round(Specifikacia_problemu_final);

vyhodnotenie_zakaznika = evalfis(vyhodnotenie, fis_vyhodnotenie);

if vyhodnotenie_zakaznika > 3.5
    set(handles.edit1, 'string', 'Velmi zavazny')
elseif vyhodnotenie_zakaznika > 2.5
    set(handles.edit1, 'string', 'Zavazny')
elseif vyhodnotenie_zakaznika > 1.5
    set(handles.edit1, 'string', 'Stredne zavazny')
else
    set(handles.edit1, 'string', 'Nezavazny')
end

```

Obrázok 59: Vyhodnotenie formulára
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

Príklad vyhodnotenia formulára je na obrázku 60. V tomto prípade vyšlo, že zákazníkov problém, na základe jeho kvality, je ohodnotený ako stredne závažný.

Vyplňte nasledujúce údaje

Typ zákazníka Dlhodobý	Solventnosť Platí s oneskorením
Rýchlosť odpovedania do 22 hodín	Typ problému Bežný
Presnosť odpovedí na dotazy Presná odpoveď	Sektor Súkromné organizácie
Dopad na business Stredný	Veľkosť podniku Stredný

VYHODNOTIŤ

Vyhodnotenie

Stredne zavazny

Obrázok 60: Vyhodnotený formulár
(Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)

3.3 Vyhodnotenie jednotlivých modelov

V tejto časti budú vyhodnotené modely pre jednotlivých zákazníkov. Pre názornú demonštráciu to bude konkrétne 6 reálnych zákazníkov z praxe. V rámci ochrany údajov sú zákazníkom priradené fiktívne mená. Vstupné parametre sú predstavené v nasledujúcich tabuľkách:

Tabuľka 17: Zákazník A (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Zákazník A	
Vstup	Zvolená hodnota
Typ zákazníka	Dlhodobý
Rýchlosť odpovedania	<2h
Presnosť odpovedí na dotazy	Presná odpoveď
Dopad na business	Vysoký
Solventnosť	Platí včas
Typ problému	Bežný
Sektor	Štátne organizácie
Veľkosť podniku	Veľký

Pri zákazníkovi A môžeme vidieť, že ide o ideálneho zákazníka. Spolupracuje so spoločnosťou už dlhšiu dobu, reaguje veľmi rýchlo, presne odpovedá na dotazy, aby bol jeho problém vyriešený rýchlo, a tým uľahčuje prácu zamestnancom. Žiaľ, kvôli danému problému nevie jeho business fungovať tak ako má, čiže je potrebné, aby bol vyriešený tak rýchlo, ako to ide. Svoje pohľadávky voči spoločnosti platí včas, jeho problém je bežný, ktorý nevyžaduje komplexný development novej samostatnej funkcie. Nachádza sa v sektore štátnych organizácií, o ktoré je potrebné sa starať prednostne, pretože sa môže jednať napr. o nemocnicu, alebo iný dôležitý podnik.

Tabuľka 18: Zákazník B (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Zákazník B	
Vstup	Zvolená hodnota
Typ zákazníka	Nový
Rýchlosť odpovedania	2-24h
Presnosť odpovedí na dotazy	Čiastočná odpoveď
Dopad na business	Stredný
Solventnosť	Neznáma
Typ problému	Bežný
Sektor	Súkromné organizácie
Veľkosť podniku	Stredný

Zákazník B je novým zákazníkom, čiže jeho solventnosť je zadaná ako neznáma, pretože spoločnosť s ním nemá dostatočné skúsenosti. Odpovedá pomerne rýchlo, ale vyžaduje väčší čas na komunikáciu, pretože na dotazy odpovedá iba čiastočne, čiže zamestnanec, ktorý má tohto zákazníka na starosti, musí zákazníka kontaktovať viackrát pre zistenie a pochopenie daného problému. Ale, keďže sa jedná o stredný dopad na business, to z pohľadu času neznevýhodňuje, pretože zákazník vie nasledujúcich pár dní pokračovať vo svojej práci bez ohrozenia jeho podniku.

Narozdiel od predošlých zákazníkov zákazník C nezodpovedá na dotazy, kvôli čomu môže dôjsť k tzv. *ping-pong* komunikácii, čiže zamestnanec sa opakovane musí pýtať zákazníka určité dotazy, aby pochopil, v čom problém spočíva a následne mohol navrhnúť jeho riešenie. Daný problém je označený ako komplexný, čo znamená, že zákazník požaduje napr. vytvorenie novej funkcie, alebo prispôbenie funkcie na jeho chod businessu. Komplexné problémy vyžadujú dlhší čas na vyriešenie.

Tabuľka 19: Zákazník C (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Zákazník C	
Vstup	Zvolená hodnota
Typ zákazníka	Dlhodobý
Rýchlosť odpovedania	<2h
Presnosť odpovedí na dotazy	Nezodpovedané dotazy
Dopad na business	Stredný
Solventnosť	Platí s oneskorením
Typ problému	Komplexný
Sektor	Súkromné organizácie
Veľkosť podniku	Veľký

Tabuľka 20: Zákazník D (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Zákazník D	
Vstup	Zvolená hodnota
Typ zákazníka	Dlhodobý
Rýchlosť odpovedania	<2h
Presnosť odpovedí na dotazy	Čiastočná odpoveď
Dopad na business	Stredný
Solventnosť	Platí včas
Typ problému	Bežný
Sektor	Štátne organizácie
Veľkosť podniku	Stredný

Zákazník D a zákazník E majú niektoré hodnoty podobné, niektoré rozdielne, ale najviac treba prihliadať na dopad na business. Kde, v prípade zákazníka E, je vysoký, čo

znamená, že z pohľadu praxe, by sa mal tento zákazník riešiť prednostne, pretože nemôže pokračovať vo fungovaní jeho podniku, čím prichádza napr. o tržby, zvyšujú sa mu náklady a vytvárajú ďalšie problémy.

Tabuľka 21: Zákazník E (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Zákazník E	
Vstup	Zvolená hodnota
Typ zákazníka	Dlhodobý
Rýchlosť odpovedania	24-72h
Presnosť odpovedí na dotazy	Čiastočná odpoveď
Dopad na business	Vysoký
Solventnosť	Chýbajúce platby
Typ problému	Bežný
Sektor	Súkromné organizácie
Veľkosť podniku	Veľký

Nakoniec zákazník F sa podľa zvolených hodnôt javí ako najmenej ideálny na prácu. Jedná sa o nového zákazníka, s ktorým nie je dostatok skúseností na určenie jeho solventnosti. Pri riešení daného problému odpovedá najskôr po 3 dňoch a nezodpovedá na zamestnancove dotazy, čo vytvára mnoho problémov pre vyriešenie jeho situácie. V tomto prípade je dopad na business malý. V prípade že by bol vysoký, mohla by zákazníková komunikácia predstavovať obrovský problém. Taktiež sa jedná o komplexný problém, ktoré vo väčšine prípadov nemajú vysoký dopad na business, pretože sa zvyčajne jedná o pridanie funkcionality pre uľahčenie chodu podniku, bez ktorej sa ale vie obísť.

Tabuľka 22: Zákazník F (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Zákazník F	
Vstup	Zvolená hodnota
Typ zákazníka	Nový
Rýchlosť odpovedania	>72h
Presnosť odpovedí na dotazy	Nezodpovedané dotazy
Dopad na business	Malý
Solventnosť	Neznáma
Typ problému	Komplexný
Sektor	Súkromné organizácie
Veľkosť podniku	Malý

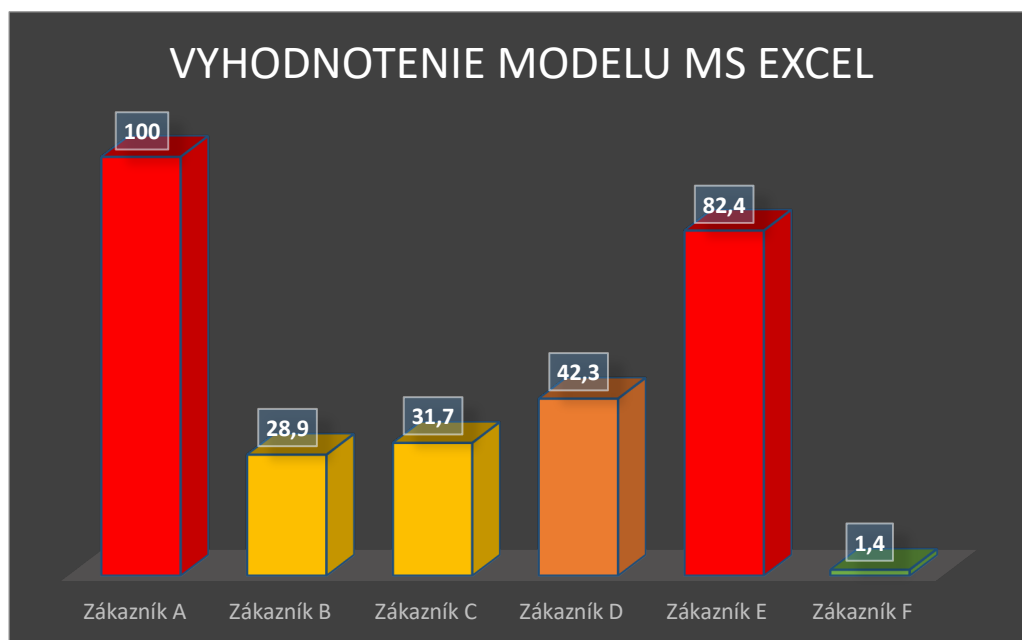
V nasledujúcej tabuľke č.23 si zobrazíme výsledky, ktoré sme získali pomocou využitia v modeli MS Excel.

Tabuľka 23: Výsledok modelu v MS Excel (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Zákazník	Výsledok	%	Vyhodnotenie
A	162	100	Veľmi závažný
B	61	28,9	Stredne závažný
C	65	31,7	Stredne závažný
D	80	42,3	Závažný
E	137	82,4	Veľmi závažný
F	22	1,4	Nezávažný

Pre lepšiu prehľadnosť je vyhodnotenie zobrazené v grafe č.1. Na danom grafe sú jednotlivé úrovne rozlíšené farebne. V prípade, že zákazníkov problém bol vyhodnotený

ako veľmi závažný, tak je v grafe zobrazený červenou farbou, závažný oranžovou farbou, stredne závažný žltou a nakoniec nezávažný zelenou farbou.



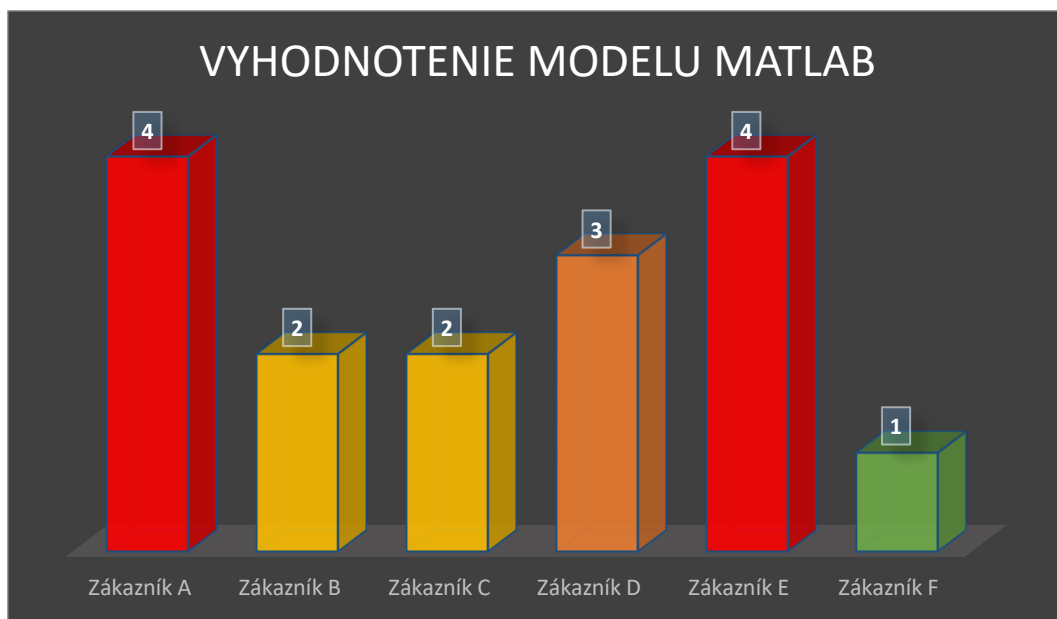
Graf 1: Výsledok modelu v MS Excel
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Pri hodnotení pomocou programu MATLAB sa pomocou vstupov a pravidiel získali hodnoty od 1 do 4. V prípade, že zákazník bol ohodnotený číslom 4, tak jeho problém je veľmi závažný, číslom 3 závažný, 2 stredne závažný a 1 nezávažný. Rovnako, ako pri hodnotení pomocou programu MS Excel, sme využili tých istých zákazníkov a teda tie isté vstupy. Výsledky sú zobrazené v tabuľke 24.

Tabuľka 24: Výsledok modelu v MATLAB (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Zákazník	Výsledok	Vyhodnotenie
A	4	Veľmi závažný
B	2	Stredne závažný
C	2	Stredne závažný
D	3	Závažný
E	4	Veľmi závažný
F	1	Nezávažný

Pre lepšiu prehľadnosť sú výsledky zobrazené v grafe 2.



Graf 2: Výsledok modelu v MATLAB
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

3.4 Porovnanie výsledkov

Pri hodnotení spolupráce so zákazníkom na základe ich kvality sa pri vyhodnocovaní modelov postupovalo rovnako. Pre oba programy boli zvolení rovnakí zákazníci s rovnakými vstupmi.

Keďže každý program používa inú stupnicu a rozdielne spôsoby hodnotenia, jediné spoločné je slovné hodnotenie, na základe ktorého môžeme tieto modely porovnať. V tabuľke č. 25 je zobrazené dané porovnanie modelov pre všetkých zákazníkov. Taktiež je určená ich zhoda vo výsledkoch. V prípade šiestich zákazníkov, ktorí boli využití na testovanie, vyšla zhoda vo všetkých prípadoch. Pri využití údajov o viac zákazníkoch by mohlo prísť v niektorých prípadoch k nezhode, ale mala by byť len v minimálnej miere. V takom prípade by sa malo prihliadať na výsledky, ktoré získame pomocou modelu v MATLAB, pretože fuzzy logic toolbox má presnejšie výsledky.

Tabuľka 25: Porovnanie výsledkov (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Zákazník	MS Excel	MATLAB	Zhoda
A	Veľmi závažný	Veľmi závažný	Áno
B	Stredne závažný	Stredne závažný	Áno
C	Stredne závažný	Stredne závažný	Áno
D	Závažný	Závažný	Áno
E	Veľmi závažný	Veľmi závažný	Áno
F	Nezávažný	Nezávažný	Áno

3.5 Prínos riešenia

V tejto diplomovej práci boli zostavené fuzzy modely v dvoch programoch, a to v MS Excel a MATLAB. Tieto modely hodnotia kvalitu zákazníkov a na základe ich kvality odporúčia, ako uprednostňovať jednotlivé problémy daných zákazníkov.

V prvom rade porovnáme jednotlivé programy. Z pohľadu užívateľského rozhrania sú oba programy veľmi dobre spracované, prehľadné a jednoduché na využitie. Implementácia je náročnejšia pre program MATLAB, ale zvládnuteľná. Predsa len nejde o bežne využívaný program, MS Excel je častejšie využívaný vo firmách a zamestnanci s ním vedia narábať. Naopak, výhodou programu MATLAB je, že využíva vo fuzzy logike pravidlá, vďaka ktorým môže byť výsledok presnejší ako v MS Excel.

Z pohľadu financovania je MATLAB znevýhodnený, pretože je drahší ako MS Excel. Cena licencie MS Excel na jeden počítač je momentálne 3 699 Kč, pričom vo firme SAP všetci zamestnanci majú túto licenciu zakúpenú. Licencia na software MATLAB je 57 980 Kč a doplnok Fuzzy Logic Toolbox stojí 31 980 Kč, čiže celková cena sa vyšplhala až na 89 960 Kč. Ceny sú uvedené bez DPH [17, 18].

Náročnosť daných programov nie je na hardware vysoká. Oba programy sa dajú spustiť a využiť aj na starších počítačoch. Keďže spoločnosť svoje zariadenia pravidelne obnovuje, tak z tejto stránky by nenastala žiadna komplikácia. Riešenie je vyhodnotené na základe 8 vstupov. V prípade, že by mala spoločnosť potrebu niektorý zo vstupov

upraviť, pridať alebo odstrániť, je možné im vyhovieť. Model je zostavený, len by bolo potrebné ho upraviť. Takáto úprava by v MS Excel pozmenila predovšetkým minimálne a maximálne hodnoty, ktoré môže zákazník nadobudnúť. V MATLAB by bolo predovšetkým potrebné pridať, odstrániť alebo upraviť pravidlá, aby boli brané do úvahy všetky možnosti, ktoré môžu pri vyhodnotení nastať.

Vďaka tomuto riešeniu môže spoločnosť od seba odlíšiť zákazníkov na základe ich kvality. Keďže sa jedná o celosvetovú firmu, ktorá chce získať čo najviac zákazníkov, ako sa dá, je potreba sa o týchto zákazníkov starať. Žiaľ časová náročnosť kladená na starostlivosť o zákazníkov neumožňuje, aby bolo o všetkých postarané hneď. Z tohto dôvodu je potrebné ich odlišovať a uprednostňovať kvalitnejších zákazníkov. Medzi kvalitných zákazníkov sa radia tí, s ktorými je výborná predošlá skúsenosť a zaslúžia si prednostnú opateru. Uvedená metodológia vyhodnotenia zákazníkov skvalitní rozhodovanie a zníži možnosť veľkých ekonomických strát, napr. odchod zákazníka ku konkurencii z dôvodu chybného rozhodnutia.

Záver

V diplomovej práci som sa zaoberala hodnotením kvality zákazníkov pomocou fuzzy logiky. Hlavným cieľom bolo zostavenie modelov v MATLAB a MS Excel a ich využitie na vyhodnotenie. Čiastkovým cieľom bolo oboznámiť čitateľa s existenciou a problematikou fuzzy logiky a jej využiteľnosťou v praxi.

Práca je rozdelená na tri časti, ktorými sú teoretická časť, popis súčasnej situácie a vlastné návrhy riešenia. V teoretickej časti sme zhrnuli základné poznatky potrebné pre pochopenie skúmaného komplexného problému. Patrí tam priblíženie umelej inteligencie, konkrétne fuzzy logiky. Bližšie bola popísaná aj spoločnosť SAP, pre ktorú je návrh riešenia vytvorený.

Jadrom práce bolo zostavenie modelov, ktoré vychádza z teoretickej časti. Hlavným cieľom hodnotenia zákazníkov je správne nastavenie vstupných parametrov, na základe ktorých dostaneme odpovedajúci výsledok. Zákazníci sú dôležití pre každú spoločnosť a závažná je aj ich kvalita.

Výsledkom práce sú zostavené modely s formulármi, ktoré zjednodušujú užívateľnosť modelov. Taktiež do výsledkov spadá aj vyhodnotenie šiestich zákazníkov. Na základe ich kvality je určené ako dôležitý je ich problém. Riešenie problémov by malo byť z časového hľadiska v nasledujúcom postupe: veľmi závažný, závažný, stredne závažný a nezávažný. Vďaka tomuto riešeniu budú zamestnanci spoločnosti pracovať rýchlejšie a efektívnejšie, vďaka čomu budú zákazníci spokojnejší a firma si bude naďalej držať dobré meno. Práca je ukončená opísaním prínosu riešenia a taktiež cenovými nákladmi na jednotlivé aplikácie. Práca bude spoločne s výstupom k dispozícii firme, kde bude predvedená funkčnosť a otestovaná zamestnancami.

Zoznam použitých zdrojov

- [1] DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-798-7.
- [2] MAŘÍK, Vladimír, Jiří LAŽANSKÝ a Olga ŠTĚPÁNKOVÁ. *Umělá inteligence..* Praha: Academia, 2013. ISBN 978-80-200-2276-9.
- [3] DOSTÁL, Petr. *Advanced decision making in business and public services*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-7204-747-5.
- [4] NOVÁK, Vilém. *Základy fuzzy modelování*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2000. ISBN 80-730-0009-1.
- [5] DINGLE, Norm. *Objasnění pojmu fuzzy logika*. [online]. © 2012 [cit. 2019-10-16]. Dostupné z: <http://www.controlengcesko.com/index.php>
- [6] JURA, P. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. Brno: VUTIUM, 2003. ISBN 80-214-2261-0.
- [7] Linguistic Variables. *Welcome to research hubs* [online]. Copyright © 2015 [cit. 2019-10-17] Dostupné z: <http://researchhubs.com/post/engineering/fuzzy-system/linguistic-variables.html>
- [8] Fuzzy Logic – Set Theory. *Tutorialspoint* [online]. Copyright © 2019 [cit. 2019-10-23] Dostupné z: https://www.tutorialspoint.com/fuzzy_logic/fuzzy_logic_set_theory.htm
- [9] HANSELMAN, Duane C a Bruce LITTLEFIELD. *Mastering MATLAB*. Upper Saddle River: Pearson, 2012. ISBN 978-0-13-185714-2.

[10] The MathWorks, Inc. *MATLAB* [software]. © 1984 – 2016 [prístup 2019-10-29]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

[11] MICROSOFT s.r.o. Excel. [online]. © 2019 Microsoft [cit. 2019-10-27]. Dostupné z: <https://products.office.com/cs-cz/excel>

[12] Čo je to VBA (Visual Basic for Applications) – na čo slúži? | Šurina - itlektor.eu. *Počítačové kurzy a školenia v Bratislave*. [online] © [cit. 10.4.2020]. Dostupné z: <https://www.itlektor.eu/co-je-to-vba-visual-basic-for-applications-na-co-sluzi>

[13] VBA-logo - LuckyGiga - Process Automation Solutions for Your Business. *Home - LuckyGiga - Process Automation Solutions for Your Business*. [online] © [cit. 10.4.2020]. Dostupné z: <http://luckygiga.com/our-courses/vba-macros/vba-logo/>

[14] KRÁL, M. Excel VBA. Praha: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2358-4.

[15] Company Information | About SAP SE. *301 Moved Permanently* [online]. Dostupné z: <https://www.sap.com/corporate/en/company.html>

[16] SAP Česká republika | Co je SAP - poznejte nás | SAP. *301 Moved Permanently* [online]. Dostupné z: <https://www.sap.com/cz/about.html>

[17] Oficiální domovská stránka Microsoft, *Excel*. [online] © 2020 [cit. 18.4.2020]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/cs-cz/p/excel/>

[18] HUMUSOFT, *Cenník produktů systému MATLAB*. [online] © 2020 [cit. 18.4.2020]. Dostupné z: <https://www.humusoft.cz/DOCS/matlab-cenik.htm>

Zoznam použitých obrázkov

Obrázok 1: Fázy fuzzy procesu (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 3).....	13
Obrázok 2: Funkcia Λ (Zdroj: 6).....	15
Obrázok 3: Funkcia Π (Zdroj: 6)	15
Obrázok 4: Funkcia $L(Z)$ (Zdroj: 6)	16
Obrázok 5: Funkcia $\Gamma(S)$ (Zdroj: 6)	16
Obrázok 6: Vlastnosti fuzzy množiny (Zdroj: 6).....	17
Obrázok 7: Konvexné množiny (Zdroj: 7)	18
Obrázok 8: Nekonvexná množina (Zdroj: 7)	18
Obrázok 9: Množina A (Zdroj: 8).....	19
Obrázok 10: Množina B (Zdroj: 8).....	19
Obrázok 11: Zjednotenie A a B (Zdroj: 8).....	20
Obrázok 12: Prienik A a B (Zdroj: 8).....	20
Obrázok 13: Doplnok A (Zdroj: 8)	20
Obrázok 14: MATLAB R2020a (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 10).....	22
Obrázok 15: Hierarchia objektov (Zdroj: Vlastné spracovanie podľa: 9).....	24
Obrázok 16: Logo MS Excel (Zdroj: 11)	25
Obrázok 17: Logo VBA (Zdroj: 13)	25
Obrázok 18: Fuzzy systém v MATLAB (Zdroj: 10).....	29
Obrázok 19: FIS Editor (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10).....	30
Obrázok 20: MF Editor (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10).....	30
Obrázok 21: Rule Editor (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10).....	31
Obrázok 22: Rule Viewer (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10).....	32
Obrázok 23: Surface Viewer (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10).....	32
Obrázok 24: SAP Logo (Zdroj 15)	34
Obrázok 25: Možnosti pre developera v MS Excel (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 11)	46
Obrázok 26: Vyhodnotenie zákazníka button vo VBA (Zdroj: Vlastné spracovanie)	46
Obrázok 27: Panel pre orientáciu vo VBA projekte (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 11)	47

Obrázok 28: Vstupná stavová matica vo VBA (Zdroj: Vlastné spracovanie).....	47
Obrázok 29: Transformačná matica vo VBA (Zdroj: Vlastné spracovanie)	48
Obrázok 30: Stavová matica vo VBA (Zdroj: Vlastné spracovanie)	48
Obrázok 31: Ukážka vyplneného comboboxu (Zdroj: Vlastné spracovanie)	49
Obrázok 32: Podmienka pre scrollbar (Zdroj: Vlastné spracovanie).....	49
Obrázok 33: Ukážka scrollbaru a textu (Zdroj: Vlastné spracovanie).....	49
Obrázok 34: Prepojenie scrollbaru a textu (Zdroj: Vlastné spracovanie)	50
Obrázok 35: Vyhodnotenie formulára vo VBA (Zdroj: Vlastné spracovanie)	50
Obrázok 36: Formulár vo VBA (Zdroj: Vlastné spracovanie).....	51
Obrázok 37: Subsystem Informácie o zákazníkovi (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	52
Obrázok 38: Subsystem Komunikácia so zákazníkom (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	53
Obrázok 39: Subsystem Solventnosť (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	53
Obrázok 40: Subsystem Špecifikácia problému (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	53
Obrázok 41: Finálny systém (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	54
Obrázok 42: Fuzzy Logic Designer subsystem (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	55
Obrázok 43: Membership Function Editor subsystem (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	56
Obrázok 44: Hodnotenie subsystemu (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10).....	57
Obrázok 45: Vytvorenie pravidiel vpísaním do kódu (Vlastné spracovanie pomocou 10)	58
Obrázok 46: Rule Editor subsystemu (Vlastné spracovanie pomocou 10)	58
Obrázok 47: Rule Viewer subsystemu (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	59
Obrázok 48: Surface Viewer subsystemu (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)60	
Obrázok 49: Načítanie .fis súborov (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	60
Obrázok 50: Získanie vstupných hodnôt (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10) 61	
Obrázok 51: Vyhodnotenie subsystemov (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10) 61	
Obrázok 52: Vyhodnotenie modelu (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10).....	61
Obrázok 53: Zadávanie vstupov ukážka (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10) 62	

Obrázok 54: Chybné zadanie vstupu ukážka (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	62
.....	62
Obrázok 55: Formulár (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	63
Obrázok 56: Načítanie .fis súborov pre formulár (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	64
.....	64
Obrázok 57: Získanie hodnôt z popup menu (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	64
.....	64
Obrázok 58: Získanie hodnôt zo slidera (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)	64
Obrázok 59: Vyhodnotenie formulára (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10)....	65
Obrázok 60: Vyhodnotený formulár (Zdroj: Vlastné spracovanie pomocou 10).....	65

Zoznam použitých tabuliek

Tabuľka 1: Transformačná matica (Zdroj: 3)	27
Tabuľka 2: Stavová matica (Zdroj: 3)	27
Tabuľka 3: Prepísaná stavová matica (Zdroj: 3)	28
Tabuľka 4: Retrtransformačná matica 1 (Zdroj: 3)	28
Tabuľka 5: Retrtransformačná matica 2 (Zdroj: 3)	28
Tabuľka 6: Atribút typ zákazníka (Zdroj: Vlastné spracovanie)	39
Tabuľka 7: Atribút sektor (Zdroj: Vlastné spracovanie)	39
Tabuľka 8: Atribút veľkosť podniku (Zdroj: Vlastné spracovanie)	39
Tabuľka 9: Atribút rýchlosť odpovedania (Zdroj: Vlastné spracovanie)	40
Tabuľka 10: Atribút presnosť odpovedí na dotazy (Zdroj: Vlastné spracovanie)	41
Tabuľka 11: Atribút solventnosť (Zdroj: Vlastné spracovanie)	41
Tabuľka 12: Atribút dopad na business (Zdroj: Vlastné spracovanie)	42
Tabuľka 13: Atribút typ problému (Zdroj: Vlastné spracovanie)	42
Tabuľka 14: Vstupná stavová matica (Zdroj: Vlastné spracovanie)	43
Tabuľka 15: Transformačná matica (Zdroj: Vlastné spracovanie)	44
Tabuľka 16: Retrtransformačná matica (Zdroj: Vlastné spracovanie)	45
Tabuľka 17: Zákazník A (Zdroj: Vlastné spracovanie)	66
Tabuľka 18: Zákazník B (Zdroj: Vlastné spracovanie)	67
Tabuľka 19: Zákazník C (Zdroj: Vlastné spracovanie)	68
Tabuľka 20: Zákazník D (Zdroj: Vlastné spracovanie)	68
Tabuľka 21: Zákazník E (Zdroj: Vlastné spracovanie)	69
Tabuľka 22: Zákazník F (Zdroj: Vlastné spracovanie)	70
Tabuľka 23: Výsledok modelu v MS Excel (Zdroj: Vlastné spracovanie)	70
Tabuľka 24: Výsledok modelu v MATLAB (Zdroj: Vlastné spracovanie)	71
Tabuľka 25: Porovnanie výsledkov (Zdroj: Vlastné spracovanie)	73

Zoznam použitých grafov

Graf 1: Výsledok modelu v MS Excel (Zdroj: Vlastné spracovanie).....	71
Graf 2: Výsledok modelu v MATLAB (Zdroj: Vlastné spracovanie).....	72

Zoznam príloh

Príloha 1: Fuzzy model v MS Excel

Príloha 2: Fuzzy model v MATLAB